COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DECAISNE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *Mémoire sur l'ensemencement, la production, le prix et la consommation du froment en France, en rapport avec la population et les influences atmosphériques; par* M. **Becquerel**. (Extrait.)

« On se préoccupe vivement aujourd'hui des rapports existant entre la production, le prix et la consommation du froment en France; j'ai pensé qu'il était peut-être utile de publier les nouvelles recherches que j'ai faites à cet égard, sous le point de vue physique seulement. Ces recherches ont commencé il y a une quinzaine d'années, quand je m'occupais, dans le sein du Conseil général du Loiret, de l'amélioration de la Sologne, dont je suis un des promoteurs. Les premiers résultats ont fait l'objet d'une communication à l'Académie dans la séance du 14 novembre 1853. Voici les principes qui m'ont dirigé :

» Les phénomènes atmosphériques sont soumis à des variations régulières sous les tropiques, et à des variations régulières et irrégulières sous nos latitudes, que l'on ne peut isoler les unes des autres qu'en prenant les moyennes d'un très-grand nombre d'observations.

» Les phénomènes de culture, ainsi que les produits agricoles qui dépendent de causes atmosphériques, doivent présenter de semblables variations, auxquelles se joignent encore celles relatives à la nature des terres, à leur latitude, à leur orientation, à l'intelligence, au savoir et à l'intérêt de

l'homme : questions des plus complexes et qui sont cependant abordables à la science, sous un certain point de vue.

» J'ai cherché s'il n'était pas possible de déterminer ce qu'il y avait de fixe dans ces produits et leur consommation en France, et d'établir des rapports entre ces éléments, la population et les phénomènes atmosphériques, en écartant les plus grandes irrégularités, au moyen de tracés graphiques employés depuis longtemps en météorologie et de lignes indiquant les directions moyennes. L'influence du climat sur la culture des céréales a donc été également l'objet de mes recherches, auxquelles j'ai rattaché celles concernant les forêts; mais, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, il ne sera question, vu son étendue, que de la population, de l'ensemencement, de la production, du prix et de la consommation du froment, considéré comme l'élément principal de l'alimentation, sans me préoccuper aucunement de la partie commerciale, qui est en dehors du cercle habituel de mes travaux.

» Les documents dont j'ai eu besoin pour faire ce travail ont été pris en partie dans les archives statistiques du Ministère des Travaux publics, de l'Agriculture et du Commerce; l'autre partie m'a été communiquée obligeamment par le même Ministère. Ces documents, comme tout le monde le sait, sont bien loin d'avoir le degré d'exactitude désirable; néanmoins, tels qu'ils sont, ils peuvent encore inspirer quelque confiance. Toutefois je fais toutes réserves à cet égard, en partageant l'opinion de M. de Gasparin, juge très-compétent dans la matière. « Nous devons au Gouvernement, » dit ce célèbre agronome dans son opuscule sur les subsistances, p. 31, « une
» belle série de recherches statistiques, coordonnées par les soins persévé-
» rants de notre confrère M. Moreau de Jonnès, recherches qui présentent
» sans doute une large part d'erreurs, provenant de l'imperfection des
» moyens d'investigation, mais qui, considérées dans leur ensemble et sans
» prévention, me paraissent approcher souvent de la vérité, par l'effet sans
» doute des compensations en plus ou en moins qui sont faites à l'insu
» des agents qui ont fourni les premiers éléments. C'est encore la base la
» plus exacte sur laquelle on puisse s'appuyer, en attendant que la statis-
» tique, déjà si avancée quand il s'agit de combiner, de comparer et de
» juger, ait perfectionné les moyens de recueillir les faits. »

» Depuis M. de Gasparin, les moyens de recueillir les faits et de les vérifier ont été perfectionnés; aussi doit-on avoir un peu plus de confiance que par le passé dans les documents statistiques. Si l'on parvient à établir des rapports entre ces documents, on aura montré que leur détermination n'est

pas dépourvue tout à fait d'exactitude, car on est porté à croire que des faits recueillis au hasard, pendant un assez grand nombre d'années, produisent très-rarement de la régularité dans leurs rapports.

» Ce Mémoire se compose de trois parties : la première traite de la population de la France de 1760 à 1861; la seconde de l'ensemencement et de la production du froment; la troisième du prix et de la consommation de cette céréale.

» Pour atteindre plus sûrement le but que je me suis proposé, j'ai fait le tracé graphique de chacun des éléments, en prenant les années pour abscisses et ces éléments pour ordonnées, puis traçant également la ligne qui indique la direction moyenne et donnant son équation.

» J'ai pris pour la population celle qui est donnée par les recensements faits à diverses époques, en ne considérant toutefois comme exacts que ceux de 1806, 1821, 1826, ainsi de suite de cinq ans en cinq ans, jusqu'en 1861. J'ai fait usage aussi de la Table de la population annuelle calculée par notre confrère M. Mathieu, depuis 1807 jusqu'en 1861, à l'aide des recensements et en tenant compte de l'accroissement de population, ou de l'excès des naissances sur les décès; Table qu'il a bien voulu me communiquer et dont je suis reconnaissant.

» Ces tracés, qui seront publiés avec le Mémoire et que je mets sous les yeux de l'Académie, permettent à l'œil de saisir immédiatement les rapports qui existent entre toutes les parties. On a fait deux tracés de la population, en prenant pour l'un les nombres donnés par les recensements, pour l'autre les nombres de la Table de M. Mathieu. On a reconnu qu'en faisant passer une ligne droite par les points correspondants aux recensements de 1806 et de 1856, la ligne brisée qui est le lieu géométrique des nombres représentant la population entre ces deux époques s'écarte autant au-dessus qu'au-dessous de cette droite, dans des limites assez restreintes, et qu'elle peut être considérée dès lors comme la direction moyenne de l'accroissement de population. De 1826 à 1831, les deux lignes sont très-rapprochées et se coupent sur l'ordonnée de 1831 où les deux inflexions changent de sens. L'équation de cette droite a permis de calculer l'étendue des deux surfaces comprises entre les deux lignes. Ces deux surfaces sont dans le rapport de 125 à 120; on peut donc les considérer comme sensiblement égales. Je n'ai point à m'expliquer sur la cause de cette inflexion régulière. La ligne de la population de 1856 à 1861 coïncide à peu près avec la direction moyenne de l'accroissement. Si aucune cause puissante perturbatrice n'intervient,

il est probable que la population, qui était de 37382225 pour les quatre-vingt-neuf départements en 1861, sera de 42139397 en 1900.

» La deuxième partie du Mémoire est relative au nombre d'hectares ensemencés en froment et au nombre d'hectolitres récoltés depuis 1815 jusqu'en 1863; pour rendre plus facile la discussion, j'ai adopté la division de la France admise par l'administration, en généralités avant 1790, et, depuis, en dix régions agricoles ayant des rapports topographiques de sol et de climat, chaque région étant composée d'un certain nombre de départements. Les lignes qui représentent ces deux éléments ont permis également de tracer les deux droites, de direction moyenne; au-dessus et au-dessous de chacune d'elles, s'élèvent et s'abaissent la ligne qui représente le nombre d'hectolitres ensemencés et celle de la production; les inflexions sont sensiblement égales dans chaque tracé. Celle relative à l'ensemencement étant moins ascendante que celle de la population, le nombre d'hectares ensemencés en froment augmente donc, chaque année, dans un rapport un peu moins grand que le nombre d'habitants; or, comme il sera démontré plus loin que la production paraît être en voie de dépasser les besoins, abstraction faite des spéculations commerciales, il faut en conclure que les terres sont plus productives que par le passé, soit parce qu'elles sont mieux cultivées, soit parce qu'on leur donne plus d'engrais.

» Le tracé graphique ou nombre d'hectolitres récoltés et celui de la droite qui en est la direction moyenne, ainsi que son équation, mettent en évidence les faits suivants : les différences, dans la production, sont quelquefois considérables d'une année à une autre, et peuvent varier, comme en 1861 et 1863, dans le rapport de 100 : 156; ces différences, qui résultent de l'intempérie des saisons, n'empêchent pas que la production n'aille en augmentant depuis quarante-huit ans. On voit sur le tracé que de 1827 à 1857, à trente ans de distance, la production a presque doublé. La ligne droite qui en est la direction moyenne a permis de partager les récoltes de 1815 à 1863 en périodes de hausse et périodes de baisse. Dans les premières, la production s'élève successivement jusqu'à un maximum; dans les secondes, elle va en diminuant jusqu'à un minimum. Deux périodes successives composent une inflexion complète, formée de deux minima et d'un maximum, quand la concavité est tournée en haut, et au contraire de deux maxima et d'un minimum quand la concavité est tournée vers le bas.

» Dans l'espace de quarante-huit ans, il s'est produit quatorze inflexions : la première, de 1815 à 1820, est formée de quatre années de hausse et de deux de baisse; immédiatement après commence une autre inflexion, et ainsi

de suite. Ces inflexions, qui n'ont pas la même amplitude, sont composées en totalité de vingt-six années de hausse, vingt-quatre de baisse, sur l'année précédente. La chance a donc été, chaque année, de 54 pour 100 pour la hausse et 46 pour la baisse dans la production, quoiqu'il y ait des périodes composées de plusieurs années successives de hausse ou de baisse.

» La troisième partie du Mémoire est relative au prix du froment et à sa consommation, deux questions également très-importantes : les prix du froment, dont on a fait les tracés, sont ceux des anciennes généralités et de la France entière, de 1756 à 1790, et les prix des dix régions agricoles de 1797, époque où l'on a recommencé à recueillir les mercuriales sur les marchés, à 1863.

» En jetant les yeux sur tous ces tracés, on est frappé du parallélisme qu'ils affectent, surtout depuis 1808 jusqu'à l'époque actuelle ; ces tracés tendent à se rapprocher de plus en plus et à converger vers celui du prix moyen, surtout aux époques où les prix sont élevés. La discussion a porté seulement sur les lignes représentant les prix les plus élevés, les prix les plus bas et les prix moyens : les premiers appartiennent à la généralité de Provence et à la région du sud-est qui la remplace, les seconds à la Lorraine et à la région nord-est qui lui est substituée. Cette discussion a conduit aux conséquences suivantes :

» La ligne supérieure, celle du sud-est, n'atteint et ne coupe celle du prix moyen qu'en 1771 ; il faut aller ensuite jusqu'en 1847, année à prix très-élevés, où elle la coupe de nouveau pour s'abaisser au-dessous et s'en éloigner beaucoup en 1854, puis se confondre presque avec elle en 1861.

» Dans la région du sud-est tout est donc changé aujourd'hui, dans ce qui concerne l'économie du froment, puisque son prix tend sans cesse à se confondre avec le prix moyen de toute la France. Ce changement est probablement dû aux arrivages de l'Orient.

» Dans l'ancienne Lorraine la ligne des prix n'atteint à peu près celle des prix moyens de la France qu'en 1790 ; il n'en est plus de même après 1797 : dans la région nord-est, en 1816, celle du nord-est s'élève au-dessus de l'autre, redescend pour remonter au-dessus en 1832. Après différentes évolutions, nouvelles ascensions au-dessus, en 1852, 1853, 1854, etc. On voit donc qu'il en est de la région du nord-est, la plus productive en froment après celle du nord, comme pour celle du sud-est, qui est la moins productive : les conditions commerciales du froment sont changées. Cette céréale, qui est récoltée abondamment dans cette région, arrive avec facilité sur les marchés de l'intérieur, au moyen des voies de communication de tous genres qui leur permettent de lutter avantageusement avec le prix

moyen. Une cause semblable tend à niveler les prix dans toute la France. Les tracés graphiques mettent en évidence cet état de choses, qui est bien marqué depuis 1845.

» On a cherché pour les prix, comme pour la production, les périodes de hausse et de baisse; en comparant ces périodes, on voit que les longues périodes de prix, avant et après 1790, sont dans la proportion, avant cette époque, de 73,5 pour 100 des années écoulées, et après de 70 pour 100. Les deux rapports différant peu l'un de l'autre, il y a donc plus de chances pour de longues périodes que pour de petites.

» En comparant les périodes de production aux périodes de prix, de 1815 à 1863, on voit que dans les périodes simples, où il y a alternativement baisse et hausse, et dont l'ensemble forme quinze années, sur quatre années de baisse dans la production, il y a eu deux hausses et deux baisses dans le prix de l'année suivante. Sur les cinq années de hausse dans la production, il y a eu deux baisses et trois hausses dans le prix de l'année d'après. Dans les périodes simples, il y a donc autant de chances pour la hausse que pour la baisse dans le prix, quand la production de l'année précédente a été en baisse ou en hausse.

» Dans les années extrêmes, où le prix du froment est très-élevé, comme en 1815, 1820, 1832, 1846, 1847, 1853, 1854, 1857 et 1863, à deux exceptions près, une forte baisse dans la production correspond, l'année suivante, à une forte hausse dans le prix.

» Si l'on considère les longues périodes, il n'en est pas ainsi : par exemple, dans la période de hausse de 1815, 1816, 1817, 1818 et 1819, suivie d'une année de baisse en 1820, il y a eu hausse de prix dans les trois premières années et baisse dans les deux dernières. On ne peut donc pas dire d'une manière absolue qu'à un accroissement de récolte succède, l'année suivante, une baisse de prix; les approvisionnements antérieurs et la spéculation interviennent pour modifier les prix.

» On a donné le tracé graphique et celui de la direction moyenne des quantités annuelles de froment nécessaires, de 1815 à 1862, pour la consommation de l'homme et celle des animaux, les distilleries et autres besoins, réparties par habitant; les axes des coordonnées sont les mêmes que pour le tracé de la production, afin de pouvoir comparer les deux lignes l'une à l'autre. La droite qui en est la direction moyenne passe par les points correspondant à 1831 et 1862. Cette ligne est inclinée sur l'axe des abscisses de 44°,33, tandis que celle de la production l'est de 49°,30; les deux lignes sont inclinées l'une sur l'autre d'environ 5 degrés. On n'a commencé le tracé qu'à partir de 1831, époque où la consommation du froment a aug-

menté plus rapidement qu'avant. L'inclinaison des deux droites montre que la production croît plus rapidement que la consommation, et l'une et l'autre plus que la population. Le froment entre donc de plus en plus dans la consommation.

» En suivant le tracé de la production et celui de la consommation, on voit que, depuis 1815 jusqu'à 1827, le tracé de la première s'approche davantage de l'autre, qu'après, et la coupe quelquefois; la production ne suffisait donc pas, ou suffisait à peine aux besoins. A partir de 1827, la ligne de production s'éloigne de l'autre et la coupe néanmoins en 1846, 1853, 1855 et 1861; la production, ces années-là, était de beaucoup inférieure à la consommation. On voit, à la direction des deux tracés, que la production commence à dépasser de plus en plus les besoins, et que l'on arrivera probablement bientôt à une époque où l'on n'aura plus à craindre les disettes, si ce n'est peut-être dans les années exceptionnelles, à intempéries extraordinaires, sur lesquelles je reviendrai en traitant des influences atmosphériques sur la culture du froment dans chacune des régions agricoles de la France.

» On doit faire remarquer toutefois que l'administration pense que les chiffres de la consommation sont un peu faibles; si cela était, la ligne moyenne serait un peu plus relevée, et les conséquences déduites ne seraient pas changées sensiblement.

» On voit sur les tracés graphiques que les déficit sur la production pour subvenir à tous les besoins de la consommation, ont augmenté en quantité depuis 1846 et sont plus considérables qu'avant. Ils diminuent cependant depuis 1855 et, comme on vient de le dire, ils finiront probablement par ne plus être sensibles que dans les années où les récoltes auront été mauvaises dans la plupart des régions agricoles de la France. Les conclusions auxquelles on est parvenu sont indépendantes des effets résultant de l'importation et de l'exportation, des opérations commerciales et des réserves faites par les producteurs pour vendre dans des temps opportuns.

» Les tracés graphiques de la population, du nombre d'hectares ensemencés en froment, de la quantité récoltée, de la consommation et des prix, ainsi que des droites qui représentent leur direction moyenne, ne reposent, je le répète, sur aucune hypothèse qui me soit propre; ils sont la reproduction pure et simple des faits, sans altération aucune, comme il arrive quand on cherche à transformer une ligne brisée en une ligne courbe. Ces tracés permettent d'embrasser d'un seul coup d'œil les rapports qui lient les nombres entre eux et d'en déduire des conséquences utiles à l'administration.

» Dans un autre Mémoire j'exposerai les effets résultant de l'influence des phénomènes atmosphériques sur la culture du froment dans chacune des régions agricoles de la France, et je terminerai cette série de recherches par celles relatives aux forêts, envisagées sous le point de vue le plus général. »

Extrait du Rapport fait à M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics sur l'organisation de l'enseignement industriel en Allemagne et en Suisse, par une Commission composée de MM. le Général **Morin**, rapporteur, **Perdonnet**, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, et **Monnier**, Auditeur au Conseil d'État.

DES INSTITUTS POLYTECHNIQUES.

« Si les diverses institutions destinées à l'enseignement commercial ou industriel présentent, sous des désignations identiques, de très-grandes variétés en Allemagne, il n'en est pas de même des établissements polytechniques qui, sous la formule variable de *Gewerbs-Institut* à Berlin, d'école ou d'institut polytechnique en Saxe, en Bavière, en Autriche, en Wurtemberg, en Suisse et dans le grand duché de Bade, sont destinés à former des ingénieurs civils pour les services des ponts et chaussées ou des mines, ainsi que pour l'industrie, des ingénieurs mécaniciens, des chimistes industriels, des architectes, des ingénieurs des forêts, etc.

» Dans tous ces établissements, l'instruction scientifique est donnée à un degré très-élevé et parfois même avec un développement supérieur aux besoins et au but que l'on se propose d'atteindre; mais, partout aussi, la partie technique de cet enseignement est cultivée avec le plus grand soin.

» Ces instituts polytechniques sont à la fois des écoles théoriques et des écoles d'application, et présentent, sous ce rapport, une très-grande analogie avec l'École Centrale de France.

» Dans tous, les élèves entrent à l'âge de 17 à 18 ans, et doivent posséder une instruction préparatoire correspondante aux études spéciales qu'ils se proposent de suivre. Le choix de la direction une fois fait par l'élève, les cours qu'il doit fréquenter lui sont désignés et deviennent presque partout obligatoires. Cependant cette obligation n'est pas toujours absolue, et la liberté qu'ont les élèves des divisions techniques, de ne pas suivre certains cours scientifiques, a pour effet d'engager les professeurs à renfermer les développements théoriques dans les limites de ce qui est réellement utile à ces divisions.

» La partie des premiers cours qui forment le fondement scientifique des applications techniques est ordinairement commune à plusieurs des divisions spéciales dans lesquelles les élèves sont partagés, et chaque division reçoit en outre l'enseignement particulier qui lui est nécessaire.

» Ces divisions, plus ou moins nombreuses, selon les pays, sont en général les suivantes :

» Ingénieurs des ponts et chaussées;

» Ingénieurs civils pour chemins de fer, etc;

» Architectes et constructeurs de bâtiments;

» Mécaniciens;

» Chimistes industriels;

» Ingénieurs des mines;

» Ingénieurs forestiers.

» Tous les instituts ne comprennent pas le même nombre de divisions, mais les quatre ou cinq premières se trouvent à peu près partout, s'il n'y a pas d'établissement spécial qui les remplace.

» La coordination et la gradation particulières des études offrent presque toujours un caractère de méthode remarquable, en ce que la première partie des études de chaque division spéciale, qui exige une ou deux années, est tellement réglée, qu'elle constitue un ensemble de connaissances assez complet pour permettre à un jeune homme de s'y arrêter et d'entrer utilement dans les positions secondaires de la carrière qu'il a choisie.

» Ainsi, après avoir accompli cette première partie des études, un élève peut devenir conducteur instruit des ponts et chaussées ou des travaux civils (*Werkmeister*), entrepreneur de bâtiments (*Baumeister*), contre-maître ou chef mécanicien, pharmacien ou chef d'atelier de chimie industrielle, chef mineur, garde-mines, agent forestier, etc.

» Dans plus d'un État, on impose même aux élèves, après qu'ils sont parvenus à ce premier degré d'instruction technique, l'obligation d'aller passer un an ou deux sur des chantiers de travaux, dans des ateliers, dans des fabriques, avant de reprendre la suite de leurs études.

» Cette règle, qui offre l'inconvénient d'interrompre les études et d'exposer beaucoup d'élèves à en oublier une partie, a, d'un autre côté, l'avantage de mûrir leur esprit par la pratique, de leur montrer les conditions de l'application de la science, et de n'appeler à des études plus fortes que ceux qui en ont réellement la vocation. Elle n'est d'ailleurs praticable que dans les conditions d'externat libre, où se trouvent tous les élèves en Allemagne, et pour des carrières où il n'y a pas de limite d'âge.

OBSERVATIONS SUR L'EXTERNAT.

» On sait qu'en Allemagne l'usage général des établissements d'instruction est de n'admettre que des élèves externes. Les jeunes gens étrangers aux villes où sont situés ces établissements trouvent chez quelques professeurs ou chez des habitants connus des pensions où ils sont logés et nourris à des prix convenables et proportionnés à leurs ressources. Ce système a pour la jeunesse ses avantages et ses inconvénients. Il conserve pour les élèves de la ville l'influence et l'action de la famille, et les habitue de bonne heure à suivre la route du devoir; pour les élèves étrangers il n'a plus le même avantage, et présente le danger de la dissipation; mais un bon choix de correspondants peut y remédier, et les communications par les chemins de fer sont si faciles aujourd'hui, qu'un jeune homme est rarement tout à fait isolé de sa famille.

» Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que la discipline exercée sur ces élèves libres soit dépourvue de sévérité. Elle est exercée, quant à l'exactitude et aux travaux, par des professeurs, et, quant à la conduite extérieure, par les directeurs, qui ont à leur disposition des moyens gradués de répression.

» L'admonestation particulière, la réprimande devant le conseil des professeurs, la prison, la menace du renvoi et finalement l'expulsion, sont des peines graduées et appliquées réellement.

» Sans doute un certain nombre d'élèves se détournent de la bonne voie, mais ceux qui y persévèrent ont acquis par cela seul, dès leur jeune âge, une force morale qui leur permet de s'introduire de bonne heure dans la vie publique, sans courir les dangers de la transition brusque de la vie claustrale des lycées et des colléges, à l'émancipation des écoles publiques. Ils sont devenus des hommes.

OBSERVATIONS SUR LE DEGRÉ D'ÉLÉVATION DES ÉTUDES THÉORIQUES.

» Nous avons dit plus haut que les études mathématiques dans ces instituts étaient d'un ordre très-élevé. Il est cependant bon de faire remarquer que celles qui correspondent à la première période que nous venons d'indiquer sont presque partout plus élémentaires et par conséquent accessibles aux élèves qui ne se destinent qu'aux positions secondaires de chaque branche spéciale ou technique.

» Mais il n'en est pas de même pour les dernières années d'études, et tout en rendant hommage au savoir et au dévouement des professeurs, nous croyons pouvoir dire qu'en général, dans ces établissements, on donne à

l'étude et à l'emploi des mathématiques transcendantes un développement plus grand qu'il n'est nécessaire.

» On voit trop souvent, dans les programmes, des leçons consacrées au calcul des probabilités, au calcul des variations, dont les élèves ne feront certainement jamais usage, et qui leur prennent un temps précieux. L'emploi du calcul différentiel et du calcul intégral est également poussé trop loin. En effet, s'il est bon et utile qu'un ingénieur soit familiarisé avec l'esprit de ces méthodes de calcul, il n'est pas aussi nécessaire de donner à cette étude tant de développement pour enseigner des théories de sciences appliquées, que l'on peut exposer tout aussi rigoureusement par des méthodes élémentaires plus faciles à saisir.

» Il est plus que probable que c'est cette exagération des considérations délicates des théories mathématiques qui empêche un grand nombre d'élèves d'achever, comme ils l'auraient peut-être désiré, le cours entier des études techniques.

» Il serait sans doute plus sage de réserver pour une division spéciale, libre, consacrée exclusivement aux études scientifiques, ces développements, qui seraient alors adressés aux jeunes gens qui se destineraient à la carrière de l'enseignement. A l'École Polytechnique de Zurich (1), il existe une division de ce genre, où sont reçus, à titre d'élèves ou d'auditeurs libres, tous ceux qui veulent suivre des cours de sciences proprement dits, et où il est fait aussi des cours sur des branches très-variées des connaissances humaines.

» Malgré ces réflexions, qui sont surtout dictées par l'intérêt et par l'estime que nous ont inspirés ces établissements, il est juste de reconnaître que cette élévation de l'enseignement, jointe à la multiplicité des instituts polytechniques dont l'Allemagne s'est enrichie depuis trente ans, a puissamment contribué à y développer le goût des hautes études scientifiques, et celui des applications de la science à toutes les branches des services publics et de l'industrie.

» Ces progrès nous étaient indiqués déjà depuis plusieurs années par les publications remarquables qui étaient faites de l'autre côté du Rhin sur toutes ces questions, et ce que nous avons vu n'a pu que nous confirmer dans les conséquences que nous avions tirées de l'examen de ces travaux.

» Sous ce rapport, l'Allemagne nous paraît avoir fait pour la diffusion des sciences, et surtout pour leurs applications à tous les besoins des tra-

(1) *Voir* le Rapport sur la Suisse.

vaux publics, des arts et de l'industrie, des progrès bien plus rapides que l'Angleterre, et il importe que la France s'en préoccupe sérieusement, car le jour n'est peut-être pas loin où l'Allemagne, joignant au bon marché de la main-d'œuvre et aux habitudes modestes de la vie privée, toutes les ressources de la science, deviendra pour notre industrie une rivale aussi dangereuse que celle qui, de l'autre côté du détroit, nous a le plus préoccupés jusqu'ici.

ÉTUDES D'APPLICATIONS.

» Dans tous les instituts polytechniques que nous avons visités, les applications des sciences sont enseignées aux élèves, non-seulement par des leçons, mais surtout par des études détaillées et progressives qu'on les oblige à faire de toutes les parties de l'art ou des services auxquels ils se destinent. Les ingénieurs, les architectes, les mécaniciens étudient et reproduisent par le dessin, par des projets, tous les détails de construction, depuis les plus élémentaires jusqu'aux plus difficiles et aux plus compliqués. Toutes les parties des projets doivent être calculées d'après les règles de la science et de l'art.

» Les élèves s'aident beaucoup, il est vrai, d'ouvrages tels que les aide-mémoire dus à des professeurs célèbres, à M. Weisbach, à M. Redtenbach, mais ils n'en ont pas moins dû comprendre les principes qui servent de base aux règles que les savants auteurs y ont formulées.

LABORATOIRES DE CHIMIE.

» Les divisions de chimie ont à leur disposition des laboratoires vastes et très-bien organisés, où les élèves, moyennant une rétribution généralement très-modérée, peuvent, par des manipulations, joindre la pratique à la théorie. Nous donnons dans nos Rapports les plans de quelques-uns de ces laboratoires, et même ceux d'un ou deux établissements d'enseignement.

COLLECTIONS.

» Des collections nombreuses d'instruments, de modèles, de minéraux, de technologie, des bibliothèques au courant de toutes les publications nouvelles, complètent ces moyens d'instruction.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

» Partout les salles sont vastes, bien éclairées, et l'espace n'y est pas ménagé. La plupart de ces instituts sont de création récente, et les constructions y ont un caractère tout à fait monumental. La rivalité des divers États

n'a pas été étrangère à ces progrès; elle les a conduits à établir chacun au moins un établissement de ce genre, et à faire, pour assurer son succès, des sacrifices considérables. Heureuse rivalité, qu'il serait bien à désirer de voir naître entre nos grands centres industriels, et qui, en peu de temps, sans devenir trop onéreuse à l'État, doterait le pays de l'enseignement dont il a si grand besoin pour soutenir des luttes de plus en plus difficiles avec l'étranger.

BRANCHES DIVERSES D'ENSEIGNEMENT.

» Nous n'avons parlé, dans ce Rapport général, que des institutions dont le type, sous des noms divers, mais avec des buts à peu près identiques, se retrouve dans les États que nous avons visités.

» Outre ces organisations, qui constituent un ensemble, il y a des établissements divers et parfois spéciaux, dont nous faisons connaître l'organisation dans les Rapports particuliers à chaque pays. Ainsi, des écoles spéciales d'art industriel, d'architecture, de forestiers, d'agriculture, de navigation, de commerce, existent dans plusieurs de ces États, et nous ne croyons pas devoir rappeler ici ce que nous en disons dans les Rapports particuliers, où elles trouvent leur place naturelle.

COORDINATION GÉNÉRALE.

» Le caractère dominant des institutions allemandes pour l'instruction nationale, c'est l'ensemble, la coordination de tous les établissements qui, depuis l'école primaire jusqu'aux facultés de l'ordre le plus élevé dans les universités, offrent aux différentes catégories de citoyens la série des degrés d'instruction qu'ils peuvent avoir le besoin ou la capacité d'acquérir. Les représentations de cette coordination des enseignements, que nous donnons dans les Rapports sur la Bavière et sur l'Autriche, la rendent parfaitement intelligible à simple vue. A sa sortie de l'école primaire, l'enfant pauvre peut achever cette première partie de son éducation dans les écoles du dimanche, dans les écoles bourgeoises ou écoles primaires supérieures. Il entre ensuite en apprentissage. Si sa famille a plus de ressources, il passe aux écoles littéraires de deux ordres, selon sa destination, et il atteint ainsi l'âge de 14 ans, soit avec une préparation littéraire qui lui permet d'aborder les études d'humanités, et de là les universités et les facultés qui en dépendent, soit avec une préparation littéraire et scientifique à l'aide de laquelle il peut se livrer à des études plus élevées et ensuite aux applications techniques.

» Les besoins de la société actuelle ont ainsi conduit tous les États de l'Allemagne à cette séparation des études à l'âge de 14 ans, que l'on a, un peu par dérision, nommée en France la bifurcation, et qui est, selon nous, une nécessité commandée, non pas par le désir de précipiter les études, qui n'en ont pas moins exigé huit ou neuf ans après l'école primaire, mais par la nécessité où se trouve aujourd'hui la jeunesse d'acquérir sur une foule de sujets des connaissances plus approfondies que nos pères n'en possédaient, afin de pouvoir répondre à toutes les conditions des services publics et à tous les besoins de l'industrie ou du commerce.

» A ces directions diverses offertes aux jeunes gens qui veulent et peuvent faire dans l'une ou l'autre des études complètes, s'ajoutent, dans l'intérêt et pour des catégories moins heureuses de citoyens, à la sortie de l'école du dimanche, les écoles d'apprentis, les cours du soir et du dimanche pour les ouvriers, les écoles supérieures pour les filles, les ateliers d'apprentissage variés selon les besoins locaux, les écoles ou cours spéciaux à certains métiers, les écoles d'agriculture, celles de pilotes, etc., de sorte que les voies de l'instruction sont ouvertes à tous et à chacun suivant sa position, sa carrière ou sa capacité.

» Nous devons même ajouter que, pour tous ces enseignements spéciaux, organisés en vue des besoins de l'industrie, les gouvernements, les provinces et les municipalités apportent la plus grande libéralité à aider, par des exemptions des rétributions scolaires et même par des subventions, les sujets laborieux et intelligents, à poursuivre leurs études le plus loin possible, sans les écarter toutefois de la voie spéciale où la position sociale de leur famille doit les engager à marcher.

» C'est un pareil ensemble d'institutions que, par le concours de citoyens dévoués à leur patrie, des sociétés industrielles, des villes de commerce, des départements et de l'État, nous voudrions voir établir en France, en appropriant chacune d'elles aux besoins locaux et aux conditions particulières de l'industrie et des populations.

» Si le travail que nous avons entrepris à notre retour d'un séjour beaucoup trop court dans chacun des États que nous avons parcourus si rapidement, peut aider à la solution de cette importante question, qui nous préoccupe depuis bien des années, nous serons amplement dédommagés des longues recherches auxquelles il nous a entraînés.

RÉPARTITION DES INSTITUTS POLYTECHNIQUES.

» Les instituts polytechniques, dont l'enseignement se rapproche de celui

de l'École Polytechnique et de l'École Centrale de France, sont, en Allemagne, répartis ainsi qu'il suit entre les différents États.

DÉSIGNATION DES ÉTATS.	NOMBRE D'INSTITUTS.	NOMBRE D'HABITANTS POUR UN INSTITUT.	
		par État.	Moyenne.
Autriche	5	7 400 000	5 500 000
Prusse	1	17 000 000	
Hanovre	1	1 910 000	
Bavière	1	4 615 648	
Wurtemberg	1	1 783 967	
Saxe	1	2 235 240	
Grand-duché de Bade	1	1 359 291	
		36 304 146	

» Cette répartition fort inégale du nombre des habitants correspondant à un institut polytechnique n'a rien qui doive surprendre, attendu qu'en dehors de toute considération de population, chaque État a tenu à pourvoir lui-même aux besoins intellectuels de ses habitants.

» Mais le chiffre des habitants qui, pour toute l'Allemagne, correspond à un institut de ce genre étant de 5 500 000, tandis qu'en France nous n'avons que deux établissements analogues pour 37 382 225 habitants ou un pour 18 691 600 habitants, on voit que, sous ce rapport, l'ensemble des États allemands a fait pour la diffusion des sciences physiques et mathématiques, ainsi que pour leur application aux services publics et à l'industrie, des sacrifices considérables, qui ne peuvent manquer de produire de grands effets sous le double rapport des progrès des sciences et de ceux de l'industrie.

INFLUENCE GÉNÉRALE SUR LES PROGRÈS DES SCIENCES.

» Si nous avons cru devoir critiquer occasionnellement l'exagération de certaines branches de l'enseignement mathématique, il n'en est pas moins vrai que le grand nombre de chaires ouvertes à des savants distingués, et l'émulation qu'entretient entre eux l'utile rivalité des établissements, qui se disputent l'honneur de posséder les plus illustres, doivent diriger beaucoup d'esprits élevés vers les études scientifiques. Nos géomètres les plus célèbres

de l'Académie des Sciences ne l'ignorent pas ; et depuis plusieurs années ils sont frappés du grand mouvement scientifique qui s'est produit en Allemagne, comme nous l'avons été nous-mêmes du progrès de l'enseignement des sciences appliquées.

» Il y a là pour la France, sous ce double rapport, un symptôme auquel elle doit apporter, croyons-nous, une sérieuse attention.

» Nous n'avons pas, d'ailleurs, et à dessein, introduit dans la comparaison précédente les universités allemandes pas plus que les facultés de France, parce que ce sont des institutions d'un autre ordre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Des perturbations périodiques de la température dans les mois de février, mai, août et novembre; par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.** (Deuxième Note.)

« Dans une première Note, lue dans la séance du 24 mars dernier, je me suis posé la question suivante : Deux anomalies périodiques dans la température de l'air, celles de mai et de novembre, étaient connues de nos ancêtres, ainsi que l'attestent les deux dictons relatifs aux *saints de glace* et à l'*été de la Saint-Martin;* deux autres, celles de février et d'août, n'ont été mises en lumière que par les recherches de Brandes, de Mædler, de MM. Erman, Petit, etc. Ces quatre anomalies de la température terrestre, correspondant à quatre points opposés deux à deux sur l'écliptique, présentent-elles quelque coïncidence avec les retours périodiques d'astéroïdes aux mois d'août et de novembre?

» L'impossibilité où je suis de déposer dans nos *Comptes rendus*, nécessairement restreints, tous les éléments que j'ai recueillis pour la solution de cette question, mais que j'aurais donnés avec tous leurs détails dans un recueil spécial, pourrait avoir laissé quelques doutes sur la véritable nature du problème que je m'étais posé et sur la manière dont je l'ai traité. Je prie donc l'Académie de me permettre de compléter en quelques points ma première communication ; et, pour cela, je vais reprendre les diverses considérations que j'y ai présentées et qui peuvent se résumer de la manière suivante :

» A. — *Ces anomalies de la température, quelles que soient d'ailleurs leur nature et leur étendue, existent-elles réellement pour la phase actuelle, par exemple, depuis un siècle?*

» J'avoue que je n'ai pas cherché sérieusement à établir ce fait, parce que je le croyais admis à peu près par tout le monde, au moins pour le mois de

mai. Aussi n'ai-je cité que les 57 ans d'observations faites à Paris, que j'ai plus particulièrement discutées. Sans apporter les détails des nombres, j'ai mis sous les yeux de l'Académie les courbes de température moyenne qui en résultent pour chacun des jours des quatre mois, et j'ai fait remarquer que les oscillations extraordinaires qu'elles présentent ne semblent pas accidentelles, puisque non-seulement les deux périodes inégales qu'elles représentent ont des allures à peu près semblables pour un même mois, mais que les deux mois à température ascendante (février et mai) se suivent avec un parallélisme remarquable, et qu'il en est à peu près de même pour les deux mois à température décroissante (août et novembre) : ce qui semble impliquer une influence commune de part et d'autre.

» Je répète que je n'ai point insisté sur ce premier terme, en quelque sorte préliminaire, parce que depuis très-longtemps on a publié des moyennes diurnes de diverses localités, qui paraissent décisives pour l'existence de ces perturbations. Je me bornerai à rappeler pour le mois de mai (qui a été le plus étudié, bien qu'il soit beaucoup moins remarquable à ce point de vue que le mois de février) les nombres que contient le très-intéressant Mémoire que notre savant Correspondant, M. Fournet, a publié en 1847 (1), et qu'il a empruntés lui-même aux savants allemands, MM. Mædler, Erman, Lohrman, etc. Ces nombres résument, pour le mois de mai, 26 ans d'observations à Saint-Pétersbourg, 110 à Berlin, 10 à Dresde, et à Prague deux périodes, l'une de 10 ans, l'autre de 20 ans. Je me borne à reproduire ici les résultats des 110 ans de Berlin, comme étant la plus longue période que je connaisse :

Date.	Température moyenne.
7	12°,35
8	12,66
9	12,82
10	12,37
11	11,71
12	11,65
13	11,55
14	12,39
15	12,69
16	13,00

(1) Sur le froid périodique du mois de mai, *Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, t. Ier, 2e série.

» Si l'on considère que ces nombres et ceux qui, dans le tableau suivant, correspondent aux 57 ans de Paris, ont été recueillis à des époques diverses réparties sur 130 ans environ, et dans des points assez éloignés les uns des autres pour que les influences accidentelles ou locales puissent être éliminées, on peut croire, sans grandes chances d'erreur, que si l'on prend la moyenne brute des températures de chaque jour des deux mois en question, pour le siècle qui vient de s'écouler, cette moyenne présentera, surtout celle de février, un minimum vers les jours compris entre le 9 et le 15, c'est-à-dire vers les jours signalés par le passage le plus abondant d'astéroïdes.

» Voilà ce qu'apprend ce premier coup d'œil, le coup d'œil *autoptique*, comme aurait dit Ampère, jeté sur le phénomène; et je n'ai exprimé rien de plus à la page 581 des *Comptes rendus*. C'est une vérité de fait, et il n'y a, ce me semble, à cette affirmation, ni grand mérite, ni grande témérité (1).

» Mais ai-je entendu par là que le phénomène fût simple et qu'il n'y eût pas à se préoccuper d'autre chose que de cette moyenne brutale? Le but du travail que j'ai entrepris est précisément d'établir le contraire. Et, dès le début, j'ai dû me demander si toutes les séries d'années étaient sensiblement les mêmes à ce point de vue. En un mot, j'ai fait ce que recommande le bon sens autant que les savants illustres qui se sont occupés de la valeur scientifique d'une moyenne. J'ai partagé mes matériaux en diverses tranches que j'ai comparées entre elles, et j'extrais de tous ces calculs le tableau suivant, dans lequel je donne, avec la moyenne de chaque jour des mois de février et de mai (2), pour les 57 ans de Paris, les moyennes correspondantes pour cinq périodes qui y sont comprises : trois de 10 ans chacune, une de 11 ans, et une autre de 16 ans.

---

(1) M. Fournet a pris la question d'une manière encore plus générale. Dans un travail, postérieur de dix ans à celui que j'ai cité plus haut, il discute comparativement les températures moyennes de chaque jour de l'année pour trois stations : Saint-Jean-de-Maurienne (douze ans, 1826-1838), Marseille et Paris (dix ans, 1840-1850). Après avoir construit les trois courbes correspondantes, il fait observer qu'elles présentent un parallélisme remarquable, et indique, pour chacun des douze mois, les dates des abaissements notables de la température : il cite, en particulier, pour le mois de février, les 3, 12 et 20 et, pour le mois de mai, les 8, 20 et 27 (*Annales de la Société impériale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et des Arts utiles de Lyon*, 1857).

(2) J'ai fait le même calcul pour les deux autres mois; mais l'on comprendra que je ne puis tout donner ici.

PARIS.												
	FÉVRIER.						MAI.					
DATES.	1806 à 1816. 10 ans.	1816 à 1827. 11 ans.	1827 à 1843. 16 ans.	1843 à 1853. 10 ans.	1853 à 1863. 10 ans.	1806 à 1863. 57 ans.	1806 à 1816. 10 ans.	1816 à 1827. 11 ans.	1827 à 1843. 16 ans.	1843 à 1853. 10 ans.	1853 à 1863. 10 ans.	1806 à 1863. 57 ans.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	4,79	2,86	1,75	5,30	3,15	3,26	12,98	10,99	13,78	12,23	11,43	12,40
2	4,16	3,19	1,22	5,33	3,08	3,16	13,87	12,24	14,71	11,85	12,02	13,11
3	4,68	4,43	1,05	5,10	2,50	3,31	15,39	13,23	14,78	11,57	13,34	13,60
4	4,46	3,84	1,40	4,31	3,11	3,22	16,48	11,84	14,94	12,98	10,99	13,57
5	3,93	4,15	2,27	5,09	3,73	3,70	15,08	13,57	14,60	12,04	10,67	13,35
6	5,98	5,10	2,16	5,67	4,69	3,46	14,57	13,41	14,65	13,16	10,72	13,44
7	5,27	5,19	4,43	4,86	4,38	4,90	14,48	14,84	14,39	13,09	11,43	13,75
8	6,10	3,75	5,11	4,90	3,52	4,69	14,28	14,61	14,46	12,52	11,44	13,60
9	6,93	3,25	5,17	4,41	3,70	4,54	14,09	13,80	14,16	12,85	11,49	13,38
10	6,89	4,20	4,16	2,94	2,74	4,19	13,37	14,19	12,31	13,18	12,13	*12,98
11	6,43	3,87	4,04	2,15	3,05	*3,92	14,92	13,55	12,96	13,74	13,49	13,65
12	6,50	3,96	3,16	0,76	2,94	*3,44	18,76	11,35	14,28	13,85	12,79	14,17*
13	5,64	3,85	4,17	1,12	2,17	*3,46	15,33	12,20	12,13	14,24	13,02	13,51
14	4,64	3,76	3,98	2,68	1,72	*3,43	14,79	12,83	11,98	13,67	12,34	*13,01
15	5,56	3,73	3,85	4,47	3,36	*3,97	15,57	12,19	13,24	13,09	12,98	13,37
16	5,76	4,04	3,64	4,51	3,29	4,18	15,74	12,41	14,23	13,67	13,41	13,91
17	5,20	4,33	3,08	4,61	3,81	4,09	16,23	14,55	14,19	13,61	14,15	14,51
18	4,51	4,74	3,15	4,06	3,20	3,87	15,82	15,23	14,34	12,84	14,16	14,48
17	4,19	5,98	3,47	4,63	3,30	4,22	15,11	15,70	13,29	13,26	13,57	14,29
20	3,56	5,15	4,21	3,98	2,64	3,96	16,10	15,26	15,31	12,96	14,36	14,86
21	3,54	4,75	4,43	4,14	3,12	4,27	15,61	14,39	15,55	13,05	14,76	14,77
22	4,59	5,73	4,17	6,53	3,28	5,00	14,33	14,50	14,99	14,38	14,67	14,62
23	4,75	5,32	4,82	6,61	4,03	5,18	14,21	14,63	15,65	15,75	15,72	15,23
24	4,79	4,92	4,38	6,45	3,72	4,84	14,71	15,23	15,39	15,82	15,08	15,26
25	4,43	5,07	5,02	6,50	4,26	5,17	17,15	14,17	14,53	15,76	15,95	15,38
26	5,19	4,63	5,98	5,83	4,30	5,16	17,53	13,98	15,23	15,34	15,81	15,51
27	5,74	4,81	6,26	4,67	4,43	5,12	17,50	13,30	15,58	15,92	15,85	15,58
28	5,29	5,32	6,03	5,35	5,44	5,55	17,43	13,34	15,81	16,07	15,74	15,65
29	"	"	"	"	"	4,41 14 jours.	16,56	13,98	15,77	15,98	14,08	15,30
30	"	"	"	"	"	"	15,80	14,22	15,90	14,96	13,92	15,04
31	"	"	"	"	"	"	16,68	14,58	16,08	16,29	14,01	15,68

» Je crois nécessaire de faire remarquer qu'en établissant ces groupes d'années d'après un premier aperçu de leur ensemble, je n'ai pas prétendu limiter définitivement les périodes critiques. Je reviendrai plus tard sur cette question de la périodicité.

» Mais le premier coup d'œil jeté sur ce tableau montre que je ne pouvais me faire illusion sur l'inégalité des groupes d'années à ce point de vue, puisque, de ces cinq groupes, deux seulement donnent, même dans le mois de février, pour les cinq jours placés au centre de la perturbation (10-15),

une moyenne inférieure, mais à la vérité de beaucoup, à celle des 57 ans, et que l'un de ces groupe (celui de 1806 à 1816) donne, pour ces cinq jours, une moyenne très-supérieure.

» Je dirai quelque chose d'analogue d'un second tableau, que je ne reproduis point ici de crainte d'être trop long, et dans lequel j'ai réuni les moyennes diurnes pour les quatre mois (février, mai, août et novembre), que j'ai calculées d'après les belles observations de Saint-Pétersbourg, publiées avec tant de soin par le savant directeur de l'Observatoire physique, M. Kupffer. Les 20 ans (1842 à 1862) que comprend mon tableau sont divisés en deux groupes égaux, dont l'un, la période 1842-1852, correspond à très-peu près à l'une des périodes (1843-1853) que j'avais considérées à part pour Paris.

» On y voit aussi que ces deux groupes d'années se comportent, au point de vue qui nous occupe, d'une manière opposée, particulièrement pour les mois de février, de mai et de novembre. On voit, en outre, que, suivant les périodes, le maximum absolu peut tomber tantôt vers le 9, tantôt vers le 14, c'est-à-dire au commencement ou à la fin des jours critiques.

» Avant de résumer cette partie, en quelque sorte préliminaire, de la question, il me paraît utile de donner encore les deux tableaux qui suivent, et qui se rapportent au phénomène considéré dans sa généralité, indépendamment de l'influence individuelle des années ou des périodes d'années.

» Dans le premier de ces tableaux, j'ai réuni pour éclairer le mouvement de février et montrer combien il est plus net que celui de mai :

» 1° Les températures moyennes de Bruxelles, déduites des maxima et des minima de vingt années (1833-1853), que j'emprunte à l'intéressant article que M. Quetelet a publié dans le tome XXVIII des *Mémoires de l'Académie de Bruxelles;*

» 2° Les moyennes de dix-huit années (1847-1864) de Versailles, dont je dois en grande partie la communication obligeante à M. le Dr Bérigny, qui a commencé ces observations en 1847, et les poursuit avec une persévérance et une exactitude qui en font véritablement des observations modèles ;

» 3° Vingt-quatre années de Toulouse (1839-1862), que j'ai calculées d'après les moyennes annuelles données par M. Petit dans son beau volume d'*Observations ;*

» 4° Huit années comprises entre 1853 et 1863, que l'on doit à MM. Audibert, Genez et Benigni, pharmaciens de la marine, qui se sont succédé comme chefs du service de santé à Saint-Louis (Sénégal). Ces observations sont précieuses, parce qu'elles prouvent que, par la latitude de 16 degrés nord, le phénomène est très-sensible, puisqu'il se manifeste, pour un si petit nombre d'années, en mai comme en février.

» De plus, l'inspection de ce tableau semble indiquer que la période critique descend légèrement dans le mois, à mesure que la latitude diminue : c'est ce que M. Fournet croit remarquer aussi pour la période critique de mai, entre la latitude de Saint-Pétersbourg et celles de Prague et de Dresde. Mais, s'il en était ainsi pour les deux mois, ce fait serait la meilleure preuve que ce n'est point dans la fusion des glaces polaires qu'il faudrait chercher, avec M. Mædler, la cause de la perturbation.

DATES.	FÉVRIER.								MAI.	
	Bruxelles.		Versailles.		Toulouse.		Saint-Louis.		Saint-Louis.	
4									21°,21	
5									21,37	
6									21,36	21°,26
7			4°,21		6°,23		19°,43		21,10	
8	4°,01	4°,03	3,61	3°,63	5,96	5°,80	19,34		20,45	
9	4,04		3,08		5,76		19,20	19°,44	20,59	
10	3,19		2,56		5,27		19,64		20,47	
11	3,13		2,87		4,94		19,57		20,66	20,64
12	3,67	3,39	2,61		4,67		18,99		20,79	
13	3,29		2,59	2,72	3,83	4,45	18,60		20,86	
14	3,67		2,83		3,84		18,89		21,79	
15	4,40		2,95		4,97		18,85	18,85	21,65	
16	4,24	4,36	3,49		5,23		18,91		21,72	
17	4,43		3,38	3,26	5,69		19,66		22,44	21,93
18			2,92		6,06	5,07	20,13		21,89	
19			2,75		5,59		20,17		21,99	
20					5,77		20,43	20,05		
21							19,88			

» Enfin, je m'étais préoccupé, comme M. Faye, de l'importance qu'il y aurait à s'assurer que la perturbation se produit aussi dans l'hémisphère austral. Malheureusement, on possède peu d'observations publiées jour par jour pour ces contrées, et comprenant un nombre suffisant d'années pour être discutées avec intérêt.

» J'en ai calculé trois séries.

» La première est celle de Sainte-Hélène, extraite de l'ouvrage monumental publié, sous la direction du général Sabine, sur l'observation des phénomènes magnétiques. Les instruments étaient placés à une altitude de 420 mètres. Elles comprennent sept ans environ (entre 1840 et 1847). Elles n'indiquent rien de notable quant à la perturbation dont il s'agit, si ce n'est peut-être pour le mois d'août, qui donne l'oscillation suivante, très-longue et très-faible, mais très-nettement divisée :

Du 6 au 11 (6 jours).. 14°,28
Du 12 au 15 (4 jours)..... 13°,94 } 8 jours..... 13°,86
Du 16 au 19 (4 jours)..... 13°,86 }
Du 20 au 25 (6 jours).. 14°,00

» La seconde série, extraite du même ouvrage, a été observée à Hobart-Town, dans l'île de Van-Diémen, par la latitude de 42°52′ et à une altitude de 32 mètres. Je donne intégralement les moyennes des mois de février, mai, août et novembre, que j'ai calculées d'après les moyennes diurnes, résultant d'observations horaires et publiées dans l'ouvrage précité. Les observations comprennent huit ans (1841-1848).

DATES.	HOBART-TOWN.				PAPEETE (TAHITI).			
	FÉVRIER.	MAI.	AOUT.	NOVEMBRE	FÉVRIER.	MAI.	AOUT.	NOVEMBRE.
5	18°,06	9°,85	6°,28	12°,72	24°,87	24°,43	23°,4[illegible]	[illegible]
6	18,06	10,00	6,72	13,94	24,82	25,10	22,[illegible]5	24,1[illegible]
7	16,94	10,06 [9,84]	6,89 [6,95]	12,83	25,15 [25,10]	25,17 [24,99]	22,9[illegible] [22,86]	24,67
8	16,06	9,44	6,83	13,11	25,30	25,13	22,72	24,[illegible]*
9	16,50	10,22	7,33	14,06	25,37	25,10	23,25	25,20*
10	16,22	10,50 [10,58]	7,67	14,10	24,67	24,17	23,55	24,82*
11	16,83	11,06	8,56	*13,89	24,70	23,67	23,67	24,22
12	16,78	10,56	8,78 [8,54]	14,17	24,55 [24,77]	24,[illegible]0 [23,94]	*23,82 [illegible]	24,77
13	16,28	9,56	8,61	14,11	24,67	23,83	23,22	24,85
14	16,00	8,89 [8,92]	8,[illegible]2	*13,67	25,55	23,83	23,50	24,[illegible]
15	16,78	8,80	7,78	14,22	24,50	24,03	23,17	24,[illegible]
16	16,56	8,44	8,00	13,83	25,28	25,13	23,00	24,[illegible]
17	15,94	9,17	8,11	13,94	25,55	24,97 [24,92]	23,[illegible]	24,[illegible]
18	15,50	8,78	8,15 [7,85]	14,83	25,97 [25,44]	24,07	23,12	24,[illegible]
19	15,28	8,06	7,61	14,11	25,42	24,90	*22,60 [illegible]	24,7[illegible]
20	15,06	9,00	7,65	14,00	25,50	24,10	*[illegible]	23,8[illegible]
21	15,61	8,33	7,67	14,44	25,27	24,7[illegible]	23,0[illegible]	24,[illegible]

» Comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur le tableau, la période de février, si elle existe, est à peine marquée; l'oscillation s'étendrait du 11 au 24. En novembre, la chose est encore plus obscure. Mais il en est tout autrement en mai et en août. En mai (au moins pour ces huit années), il y a un maximum du 9 au 12, précédé et suivi de minima. Pour le mois d'août, le maximum, plus net encore, s'étend du 11 au 14. Ainsi, à Hobart-Town, comme dans l'hémisphère nord, c'est le mois le plus froid qui subit la plus forte oscillation.

» Une autre station de l'hémisphère austral que j'ai pu examiner à ce point de vue est Papeete, dans l'île de Tahiti, par les 17 degrés de latitude sud. Nous y possédons trois ans d'observations, faites de 1854 à 1857, par M. Prat, chirurgien de la marine, qui était alors le chef du service de santé

de cette colonie, et qui avait le soin de faire les observations lui-même, au lieu de les confier à des infirmiers, comme on en a trop souvent l'usage dans d'autres hôpitaux coloniaux.

» Les périodes critiques sont bien marquées en février, mai et août : dans les deux premiers mois, on a, *pour ces années*, un minimum entre deux maxima, et dans le dernier mois un maximum entre deux minima (1).

» La netteté de ces résultats semble indiquer que, pour la détermination de cette variation comme pour celle de tous les autres phénomènes météorologiques, les régions tropicales seront les plus favorisées, et tout me fait penser que, si l'on possédait une cinquantaine d'années d'observations faites dans une de ces îles tropicales, on pourrait hésiter encore sur la nature et l'étendue du phénomène, mais que l'on n'en contesterait plus la réalité et la généralité.

» De cette discussion préparatoire il semble, en définitive, résulter qu'il existe, dans les vingt premiers jours de ces quatre mois, une période critique plus ou moins accentuée, et il y a lieu de rechercher quels sont les groupes d'années qui tendent à faire pencher la balance, pour le centre de cette période, tantôt vers un maximum, tantôt vers un minimum.

» C'est à quoi j'ai consacré la troisième partie de ma Note, réservant pour une discussion ultérieure la question, qui se présentait assez naturellement en second lieu, de savoir : *quelle est la nature et l'étendue de cette perturbation.*

» Je suivrai le même ordre dans ce complément de ma première Note. On conçoit, en effet, que, si je parvenais à concentrer le phénomène dans les années qui le présentent au plus haut point, je le dégagerais en quelque sorte des langes où le retenait la considération brutale et presque aveugle des moyennes.

» B. — *Quels sont les groupes d'années qui semblent présenter les allures les plus opposées dans la marche de la température des quatre mois en question?*

» C'est ici seulement que j'ai fait intervenir la considération des passages

(1) Je ne puis résister au désir de citer encore une troisième station australe où se trahit une oscillation de la température aux mêmes moments critiques. Ces observations, inédites, comme celles de Saint-Louis et de Papeete, et dont je dois aussi l'obligeante communication à M. le Directeur des Colonies au Ministère de la Marine, comprennent six ans (entre 1851 et 1860), à la petite île de Nossi-Bé, par 13°23′ de latitude sud. Le minimum du mois de février y est bien marqué et porte sur les 9, 10 et 11. Pour les trois autres mois, le jour critique est le 13, et il offre un maximum en août, un minimum en mai et en novembre, ainsi que le prouve le petit tableau suivant :

	11	12	13	14	15
	°	°	°	°	°
Mai	26,88	26,85	26,60	27,08	26,92
Août.........	24,46	24,38	25,08	24,53	24,95
Novembre ...	26,60	26,53	25,97	26,30	26,51

d'astéroïdes, et, je le répète, je ne me suis point préoccupé de la manière dont ces anneaux pourraient influer physiquement sur l'atmosphère; mon raisonnement et mes conclusions n'impliquent même pas d'une manière nécessaire cette influence : la seule chose que j'aie cru déterminer et préciser, c'est la *coïncidence* des principales perturbations dont il s'agit avec les époques signalées pour l'abondance des astéroïdes; seulement, et c'est ce que j'ai dit, cela rend l'influence *probable*.

» Pour établir cette coïncidence, j'introduis dans la question un élément nouveau, c'est la considération des périodes d'années pendant lesquelles se manifestent le plus grand nombre d'astéroïdes : j'isole des cinquante-sept ans les dix années placées des deux côtés de 1832-1833 et de 1847-1848, et je compare, jour par jour, pour les quatre mois dont il s'agit, les moyennes diurnes des deux périodes. C'est à cette comparaison qu'est consacré le tableau imprimé dans la première Note, à la page 585 des *Comptes rendus* (1). Et j'ose dire que toute personne qui jettera sur ce tableau un coup d'œil attentif sera frappée, comme moi, « du contraste que présente l'allure des » températures d'un même mois, suivant qu'on le considère dans l'une ou » dans l'autre des deux périodes. »

» Ici je dois répondre à deux questions qu'on peut m'adresser.

» La première question, en quelque sorte préjudicielle, est celle-ci :

» Ne serait-il pas préférable, au lieu de calculer les moyennes diurnes, de comparer simplement les maxima ou, à leur défaut, les températures de midi ou de 3 heures du soir?

» Cette observation s'appliquerait, en effet, au cas où il s'agirait de contrôler la conjecture proposée par M. Erman, sur un abaissement de la température produit par l'interposition de l'anneau d'astéroïdes entre la Terre et le Soleil. Mais tel n'est pas mon but. *Je ne m'appuie sur aucune hypothèse, je ne cherche à en contrôler aucune :* je me demande seulement si la statistique permet d'établir un rapprochement de dates entre deux phénomènes naturels.

» Je trouve, d'ailleurs, dans le Mémoire précité de M. Quetelet, un moyen d'apprécier la valeur réelle des maxima, des minima et des moyennes, pour la discussion de l'ordre de faits dont il s'agit; j'en ai extrait, en effet, pour la période critique des deux mois extrêmes de février et d'août, la moyenne des maxima, la moyenne des minima et la moyenne des moyennes.

---

(1) Il faut y corriger une erreur essentielle : le 12 novembre de la période 1829-1839, *au lieu de* 5°,17, *il faut lire* 7°,17 : c'est un des deux jours de maximum qui font l'été de la Saint-Martin pour certains groupes d'années, tandis qu'ils donnent un minimum pour d'autres groupes.

BRUXELLES.						
DATES.	FÉVRIER.			AOUT.		
	Moyennes des moyennes diurnes.	Moyennes des maxima diurnes.	Moyennes des minima diurnes.	Moyennes des moyennes diurnes.	Moyennes des maxima diurnes.	Moyennes des minima diurnes.
6						13°,94
7		6°,14				13,22
8	4°,01	6,19	1°,82	17°,87	22°,34	13,32
9	4,04	6,37	1,70	17,84	22,47	13,31
10	3,19	5,91	0,50	17,61	22,48	12,73*
11	3,13	5,91	0,34	18,31	23,14	13,48
12	3,67	6,24	0,51	18,13	23,09	13,18
13	3,29	6,00	0,51	17,58	22,50	12,65*
14	3,67	6,25	1,06	17,78	22,40	13,17
15			1,68		23,00	13,35
16			1,60			13,35
17						14,06

» Le petit tableau qui précède montre que pour le mois d'août, l'action d'échauffement se fait sentir à peu près également sur le maximum du jour et sur le minimum des nuits, et qu'en février la cause du décroissement de la température se trouverait plutôt dans l'abaissement du minimum que dans l'abaissement du maximum : ce qui, pour le dire en passant, ne serait nullement en faveur de l'idée hypothétique énoncée par les physiciens qui se sont occupés de la question, et dont, je le répète, mon présent travail est complétement indépendant.

» Il me sera permis, enfin, de remarquer que ce petit tableau apporte encore une nouvelle preuve de la perturbation des températures dans les jours critiques de février et d'août, à Bruxelles, pendant les vingt années qui se sont écoulées de 1833 à 1853.

» Mais, si cette première objection ne pouvait m'arrêter beaucoup, il n'en est point de même d'une autre, qui porterait droit sur la réalité du progrès que je croyais avoir fait faire à la question, en y introduisant une division, au lieu de considérer en bloc, comme on l'avait fait jusqu'ici, les moyennes de toutes les années qu'on pouvait se procurer pour une même localité.

» Cette objection est celle-ci : « Vous avez pris, peut-on me dire, pour
» établir votre comparaison, de part et d'autre, dix années, dont le milieu
» tombe vers le centre de chacune des époques que vous considérez comme
» critiques. Mais pourquoi prendre une aussi longue série d'années? Pour-

» quoi ne pas serrer de plus près le phénomène? Ne serait-il pas plus con-» vaincant de se restreindre à un fort petit nombre d'années de chaque côté » du centre de la perturbation? Justement, il se trouve, pour le mois de » février, que, si l'on se borne à considérer les années les plus voisines de » 1833, qui paraît avoir offert le nombre horaire maximum pour les asté-» roïdes de novembre, ces années donnent, pour la température des jours » critiques, non plus un minimum, comme les dix années 1829-1839 qui » les comprennent, mais un maximum très-prononcé. N'y a-t-il pas lieu de » craindre une illusion? »

» Reportons-nous bien d'abord aux termes de la question, comme je suis arrivé à la formuler page 585 des *Comptes rendus.* Il s'agit, non pas précisément de montrer qu'il y a, dans telles périodes d'années, un abaissement ou une élévation de la température à certains jours, mais *un contraste entre les allures des températures d'un même mois,* suivant que l'on considère un groupe d'années ou l'autre.

» Or, voyons ce que l'on obtient, si l'on prend pour chaque époque six années seulement, trois de chaque côté de l'année principale.

» Les résultats de cette comparaison sont insérés dans le tableau suivant :

JOURS du MOIS.	FÉVRIER.			MAI.			AOUT.			NOVEMBRE.		
	1831 à 1836.	1845 à 1850.	Différences.	1831 à 1836.	1845 à 1850.	Différences.	1831 à 1836.	1845 à 1850.	Différences.	1831 à 1836.	1845 à 1850.	Différences.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
7	7,09	5,71	+1,38	13,79	13,85	−0,06	19,20	18,89	+0,31	8,27	9,48	−1,21
8	5,81	4,42	+1,39	14,73	12,85	+1,88	18,61	18,89	−0,28	6,75	9,64	−2,89
9	6,31	4,09	+2,22	14,29	13,19	+1,10	19,31	[illegible]	+1,09	5,95	8,88	−2,93
10	5,73	2,71	+3,02	13,33	13,39	−0,06	19,71	17,33	+2,38	5,02	7,78	−2,76
11	5,03	2,29	+2,74	13,58	14,22	−0,64	20,71	18,68	+2,03	6,30	6,85	−0,55
12	4,61	1,41	+3,20	13,89	13,75	+0,14	20,22	19,11	+1,11	6,16	6,26	−0,10
13	5,78	1,09	+4,69	14,52	14,14	+0,38	21,63	18,79	+2,84	3,64	6,97	−3,33
14	4,60	3,32	+1,28	13,42	13,80	−0,38	20,37	17,56	+2,81	2,78	6,73	−3,95
15	4,27	6,47	−1,20	13,87	13,63	+0,24	20,06	17,89	+2,17	3,54	5,30	−1,76
16	3,12	5,97	−2,85	14,51	14,03	+0,48	19,03	18,08	+0,95	4,74	5,47	−0,73
17	2,95	5,59	−2,64	14,98	13,20	+1,78	19,92	18,26	+1,66	5,07	[illegible]	0,03
18	3,70	4,23	−0,53	15,65	12,73	+2,92	19,33	18,81	+0,52	5,85	7,60	−1,75
19	4,33	4,40	−0,07	16,11	13,07	+3,04	19,47	18,97	+0,50	5,14	8,50	−3,36
20	4,02	3,80	+0,22	16,73	13,56	+3,17	19,37	17,22	+2,15	4,50	7,03	−2,53

» On y voit, bien plus nettement encore que dans la comparaison des dix ans, le contraste entre ces deux périodes.

» Pour février et mai, du 10 au 20, il y a une oscillation considérable et brusque en février, plus timide et moins marquée en mai, *mais en sens con-*

traire : en effet, la moyenne des cinq jours du 10 au 15 est (malgré l'oscillation en plus du 12 et du 13, qui n'est certainement pas accidentelle) de — 0°,11, tandis que la moyenne des six jours suivants est de + 1°,94. Les nombres correspondants pour février sont + 2°,98 et — 1°,46.

» Pour août et novembre, le contraste est plus frappant encore. Il n'y a pas d'oscillation, mais du 9 au 20 de chacun de ces deux mois, toutes les différences entre deux jours de même nom, considérés séparément dans la période 1831-1836 et dans la période 1845-1850, sont affectées de signes contraires, et la somme de ces différences atteint, pour le 13 et le 14, 6°,17 et 6°,76.

» Mais on peut diviser encore. J'ai partagé chaque période de six ans en deux de trois ans, et j'ai comparé, pour chacun des quatre mois, les périodes 1831-1833 et 1845-1847; les périodes 1834-1836 et 1847-1850. Le seul mois pour lequel ces nouvelles comparaisons n'offrent rien de précis est toujours le mois de mai. Pour août et pour novembre, voici ce qu'on remarque entre le 9 et le 15. En août, les deux séries de différences sont positives, c'est-à-dire que les jours de la période 1831-1833 sont, sauf une seule exception, qui tombe sur le 12, tous individuellement plus chauds que ceux de la période 1845-1847, et qu'il en est de même de la période 1834-1836 comparée à la période correspondante 1847-1850 : ce qui se lie avec l'uniformité du signe + présenté dans le tableau précédent pour les six ans 1831-1836 comparés aux six ans 1845-1850.

» Pour le mois de novembre, même remarque : à une seule exception près qui tombe sur le 11 et le 12, toutes les différences sont négatives : ce qui se lie encore avec la continuité du signe — que présente dans le tableau précédent la comparaison des six ans 1831-1836 et 1845-1850.

» Mais le mois de février, comme toujours, offre les contrastes les plus frappants, et je ne puis mieux faire, pour en donner une idée, que de transcrire ici le petit tableau de cette double comparaison.

DATES.	FÉVRIER					
	1831-1833	1845-1847	Différences.	1834-1836	1848-1850	Différences.
9	7°,50	—0°,10	+ 7°,62	5°,10	8°,40	—3°,30
10	8,28	—2,32	+10,60	3,18	7,42	—4,24
11	7,58	—2,18	+ 9,76	2,48	6,82	—4,34
12	5,87	—3,20	+ 9,07	3,35	6,02	—2,67
13	7,72	—2,12	+ 9,84	3,83	4,30	—0,47
14	5,78	+1,93	+ 3,85	3,42	4,70	—1,28

» On voit que tous les jours de la période 1834-1836 sont plus froids que les jours correspondants de la période 1848-1850, tandis que tous les jours de la période 1831-1833 sont plus chauds que les jours correspondants de la période 1845-1847 : cette différence atteint, pour les 10, 11, 12 et 13, une moyenne de 9°,8, et elle s'élève, pour le 10, jusqu'à près de 11 degrés.

» Il se pourrait (et je crois que c'est à cette circonstance qu'est dû ce fait que le groupe central de la période 1831-1836 est précédé et suivi d'années présentant un caractère absolument opposé au sien) que chaque groupe d'années critiques présentât une oscillation, comme il nous reste à le montrer pour les groupes de jours critiques; mais les matériaux dont nous disposons, au moins pour Paris, ne permettent encore de rien affirmer sur ce point. Ce qui semble résulter seulement de cette nouvelle discussion, c'est que jusqu'ici l'épreuve de l'individualisation est favorable à la pensée qu'il y aurait, en effet, deux périodes d'années, placées sensiblement comme l'indique ma Note du 24 mars, et qui seraient absolument antagonistes au point de vue des perturbations de température dont nous nous occupons.

» Il me resterait maintenant à rechercher la nature et l'étendue de cette perturbation pour chaque mois examiné, soit dans l'ensemble des 57 années, soit plus particulièrement dans les périodes critiques. J'aurais à faire voir qu'en général ce mouvement de la température, qui se traduit par une double oscillation, est assez long et comprend environ 25 jours : ce qui explique comment l'antagonisme des premiers jours de février considérés dans deux périodes opposées rentre dans la perturbation dont il s'agit. Mais cette partie de la discussion, bien que moins délicate peut être que les deux premières, demanderait des détails que je ne puis songer à soumettre encore aujourd'hui à l'attention de l'Académie, que je crains d'avoir déjà fatiguée, d'autant plus qu'il sera nécessaire de comparer les perturbations de même ordre dans plusieurs localités différentes pour s'assurer de la réalité et de la constance du phénomène.

» Je ne voudrais pas cependant terminer cette communication sans assurer à mon savant confrère, M. Le Verrier, que ce n'est point par oubli que je n'ai point encore parlé de la direction du vent, de l'état du ciel, etc., dans leurs rapports avec l'oscillation périodique dont je m'occupe. Mais à chaque jour suffit son œuvre. Mieux que personne, M. Le Verrier sait le travail long et pénible que demande chacun des résultats que je viens d'exposer en quelques mots. Mais lorsque j'aurai ainsi étudié chacun des douze mois de l'année dans les oscillations analogues que pourrait présenter sa température, et que j'aurai recherché si l'on peut dès maintenant découvrir des indices de pério-

dicité (en restant, bien entendu, au seul point de vue des phénomènes physiques), mon intention est de mettre cette oscillation en rapport avec les autres conditions atmosphériques.

» Cette voie m'amènera naturellement à constater les curieux et très-remarquables rapprochements que M. Quetelet a indiqués entre l'apparition des étoiles filantes et celle des aurores boréales (1). Et qui ne voit le lien intime qui peut exister entre ce phénomène et la production de l'ozone dans l'air (2), depuis qu'on sait, par les travaux de M. Schönbein et par ceux de nos savants confrères, MM. Fremy et Edm. Becquerel, que l'air devient ozoné par le passage de l'étincelle électrique (3), et que l'ozone peut même en quelque sorte être considéré comme de l'oxygène électrisé.

» Enfin, toutes ces considérations ne conduisent-elles pas presque forcément à rechercher l'action de ces périodes critiques (jours et années), caractérisées par de brusques variations dans la température, non-seulement sur la santé des végétaux, mais sur celle de l'espèce humaine? Ne peut-on pas demander aux registres des hôpitaux si certaines affections ne sont pas plus fréquentes à certains jours de certaines années? Ne peut-on pas remonter même dans le passé et demander à l'histoire et aux chroniques s'il n'existerait pas quelques traces de périodicité pour certaines grandes perturbations dans la santé publique, comme les deux invasions du choléra qui, peut-être fortuitement, ont éclaté en 1832 et en 1849, vers le centre de chacune des deux périodes critiques que j'ai considérées, et qui nous sont venues du Nord, comme les aurores boréales, comme il semble aussi qu'il en soit de ces grandes vagues atmosphériques qui propagent les perturbations de la température?

---

(1) *Mémoires de l'Académie de Bruxelles* (1842).

(2) Je dois dire que j'ai reçu de M. Houzeau, le jour même où j'ai fait cette communication à l'Académie, une Lettre dans laquelle ce jeune savant m'annonçait, sans les faire connaître, des observations relatives à l'ozone de l'air, et peut-être en rapport avec les questions que je viens de soulever.

(3) Dès longtemps, dans mes recherches sur l'action qu'exerce sur les corps la *trempe* ou un refroidissement brusque, j'avais essayé d'ozoniser l'air en le soumettant successivement et brusquement à une très-grande chaleur et à un très-grand froid; mais, si l'on réfléchit aux propriétés des gaz relativement à la chaleur, on concevra facilement que je n'aie point réussi. Néanmoins, depuis que les derniers Mémoires de mon frère ont appris que la trempe réalisée dans ses remarquables appareils semble agir comme l'électricité, je n'ai pas perdu tout espoir de le voir réussir à donner à l'air, par son passage dans un tube *chaud et froid*, les propriétés de l'ozone.

» Je crains, à vrai dire, qu'en me défendant du reproche de n'avoir point assez embrassé, je n'encoure maintenant celui d'embrasser trop. Mais tout le monde comprendra qu'en posant ces questions, presque toutes du ressort de la statistique, je n'ai nullement la prétention d'en donner la solution.

» Je veux conserver à mon travail les limites que je lui ai fixées dès le début de ma première Note : rechercher s'il y a des oscillations périodiques dans la température de certains mois, et si ces oscillations, dont je tâcherai de déterminer la nature et l'étendue, se concentrent plus particulièrement dans certains groupes d'années. »

MÉCANIQUE. — *Machine à air chaud à maximum de travail; par* **MM. Burdin** et **Bourget**.

« Dans divers Mémoires présentés au jugement de l'Académie, nous avons fait ressortir les avantages économiques de la substitution de l'air chaud à la vapeur ; nous avons continué nos études sur cette question, et l'un de nous a montré, dans les *Comptes rendus* du 21 novembre 1864, comment on pouvait améliorer la machine Belou, essayée devant S. M. l'Empereur le 25 novembre 1860.

» Les recherches nouvelles que nous avons faites sur cette matière nous ont conduits à de nouvelles conséquences bien dignes de fixer l'attention. Nous croyons qu'à l'aide des dispositions générales que nous allons faire connaître, on peut produire le même travail que celui de la vapeur en ne brûlant que $\frac{1}{10}$ environ du combustible qu'elle consomme. Cette économie des $\frac{9}{10}$ dût-elle, au pis-aller, se réduire de moitié dans la pratique, d'après les évaluations ci-après, ce serait encore un immense service rendu à la société.

» Les constructeurs, n'étant pas en général théoriciens, ne voudront pas, sur la foi des savants et pour des avantages dont ils n'auront pas suivi la preuve mathématique, se livrer à des essais plus ou moins coûteux. D'ailleurs l'un d'eux serait-il convaincu de la vérité théorique, qu'il s'abstiendrait encore, puisque après avoir réalisé à ses risques et périls l'innovation, il aurait en quelque sorte travaillé pour des concurrents, et que rien ne le garantirait de l'imitation ou même du plagiat.

» Nous pensons, en conséquence, que c'est au représentant puissant et éclairé des intérêts nationaux réunis qu'il appartient de prendre l'initiative des expériences à faire pour mettre dans le domaine de la pratique les résultats de nos spéculations.

» Soit un foyer ordinaire, analogue aux foyers des machines à vapeur, dont la fumée, après être descendue le long d'un canal incliné, ira gagner la cheminée. Supposons que de l'air atmosphérique soit préalablement comprimé et refoulé à 2 atmosphères, par exemple, dans de petits tubes parallèles à ce canal et logés dans son intérieur au milieu du courant de fumée qu'ils traversent en sens contraire, ou qu'ils remontent jusqu'au-dessus du foyer en lui enlevant petit à petit sa chaleur.

» Pour atteindre ce but, il faut :

» 1° Que ces tubes, assez nombreux et assez longs, présentent une surface de chauffe suffisante à la fumée qui les lèche depuis le haut jusqu'en bas du canal incliné;

» 2° Que la fumée léchante et réchauffante garde jusqu'à la fin plus de chaleur que les tubes qu'elle entoure.

» D'après Péclet, 1 mètre carré de surface tubulaire enlève par seconde 0,14 calories environ, si sa température est constamment inférieure de 50 degrés relativement à celle de l'air ambiant. Par conséquent il faudra, pour enlever une calorie, $\frac{1}{0,14} = 7^{mq},15$ de surface de chauffe; et si nous donnons à nos tubes $0^{m},001$ d'épaisseur, leur ensemble pèsera

$$7,15 \times 0,001 \times 8900^{kil} = 63^{kil},5.$$

Voilà donc le poids du cuivre de la chaudière tubulaire par chaque calorie enlevée. En allongeant le canal, ainsi que les tubes, on pourra faire en sorte que la fumée se refroidisse jusqu'à 111 degrés, et c'est le dernier terme de son abaissement, car l'air comprimé à 2 atmosphères prend 61 degrés de température sous le soufflet; l'air ambiant, devant avoir environ 50 degrés de plus pour lui céder de la chaleur, devra sortir à $61 + 50 = 111$ degrés environ.

» Maintenant, on voit que si cet air à 2 atmosphères, après avoir acquis 700 à 800 degrés le long des tubes et jusqu'à son arrivée au-dessus du foyer, se rend :

» 1° Dans le cylindre travaillant pour en mouvoir le piston d'abord à pleine pression, puis à détente jusqu'à la pression atmosphérique, en s'abaissant de 146 degrés;

» 2° Puis au foyer, avec la température de 654 degrés, afin de reprendre au contact du charbon incandescent la température de 800 à 900 degrés, avec laquelle il doit lécher à son tour la partie extérieure des tubes réchauffeurs;

» On voit, disons-nous, par ces dispositions, que toutes les calories du combustible seront utilisées, à l'exception de celles que la fumée emportera au bout du canal, savoir :

$$111^{\circ} \times 0,24 \times 36^{\text{kil}} = 960 \text{ calories}$$

par chaque kilogramme de charbon brûlé.

» Dans cette combustion, on suppose :

» 1° Que l'air employé est trois fois environ plus considérable que celui qui est strictement nécessaire pour convertir le charbon en acide carbonique : cette proportion, d'après M. Combes, empêche la formation de l'oxyde de carbone;

» 2° Que l'azote, l'acide carbonique et l'oxygène, dégagés du foyer, possèdent un calorique spécifique moyen égal à 0,24, ce qui est une limite supérieure défavorable, puisque celui de l'acide carbonique est moindre.

» Cela étant, si nous adoptons 425 kilogrammètres pour l'équivalent mécanique d'une calorie, nombre encore moins favorable que 433 trouvé récemment par MM. Tresca et Laboulaye, nous voyons que notre machine produira nécessairement

$$7000 \times 425 - 960 \times 425 = 2567000 \text{ kilogrammètres}$$

par chaque kilogramme de charbon.

» Or, les meilleures machines à vapeur usent 1 kilogramme de charbon par heure et par force de cheval; par suite elles produisent 270 000 kilogrammètres par kilogramme de charbon. On voit donc que c'est une dépense 9,5 fois plus considérable.

» On peut encore dire que, théoriquement, notre machine ne brûlera que $0^{\text{kil}},105$ par heure et par force de cheval.

» Si au lieu d'agir à 2 atmosphères on agissait à 4, 5, etc., les cylindres moteurs auraient des diamètres de plus en plus faibles, il est vrai, mais cette diminution d'encombrement serait compensée par une perte de calorique plus grande, puisque, la compression préalable donnant à l'air qui entre une température de plus en plus supérieure à 61 degrés, la fumée qui doit avoir toujours 50 degrés au-dessus sortirait avec une température supérieure à 111 degrés.

» Nous allons démontrer, au reste, que le cylindre moteur produisant à 2 atmosphères un travail égal à celui de la vapeur n'aura pas pour cela un diamètre démesuré.

» En effet, soit un cylindre ayant $0^{\text{m}},60$ de longueur, $1^{\text{m}},20$ de diamètre

dans œuvre, et par suite $0^{mc},678$ de capacité, parcouru à pleine pression par le piston moteur. Le travail produit sera

$$10331 \times 0,678 = 7000 \text{ kilogrammètres};$$

la dépense sera de $0^{mc},678$ d'air à 800 degrés et à 2 atmosphères, ou $0^{mc},346$ d'air ordinaire à zéro. La détente de l'air chaud donnera d'après les formules de nos premiers Mémoires 1795 kilogrammètres; d'ailleurs la compression préalable exigera 565 kilogrammètres et le refoulement 2187 kilogrammètres, donc le travail disponible total et théorique sera

$$7000 + 1795 - 565 - 2187 = 6043 \text{ kilogrammètres},$$

soit 80 chevaux environ. En opérant à une pression plus forte, 4 ou 8 atmosphères, le même cylindre produirait un travail plus considérable; mais il exigerait des longueurs 1,6 et 2,62 au lieu de $0^{m},982$, à cause des plus grandes détentes; mais la fumée sortirait à 185 et 227 degrés, ce qui occasionnerait de plus grandes pertes de calorique; mais il faudrait donner aux tubes des épaisseurs plus grandes, ce qui diminuerait la rapidité de l'échauffement, malgré la densité plus grande de l'air; mais les fuites et le frottement du piston moteur croîtraient avec la pression plus que ne décroîtrait la circonférence frottée; mais la machine, quoique moins volumineuse, exigerait peut-être un poids plus considérable de métaux, à cause de l'épaisseur à donner aux parois. Nous pensons donc qu'on fera bien d'agir plutôt au-dessous qu'au-dessus de 2 atmosphères. D'ailleurs notre appareil avec ses tubes et autres accessoires ne pèsera en définitive pas autant que la plupart des machines à vapeur actuelles à vastes et explosibles chaudières, ne transformant au plus en travail qu'un dixième du calorique renfermé dans le charbon consumé.

» Pour réunir en un même organe le moteur et le soufflet, et pour agir sans inconvénients à de hautes températures, voici les dispositions que nous avons adoptées :

» 1° Le piston principal en fonte épaisse de $0^{m},015$, par exemple, sera un cylindre ouvert par en haut, en tout semblable à un chapeau renversé, dont le rebord horizontal en fonte parfaitement plane aura $1^{m},20$ de diamètre total.

» 2° Dans l'intérieur de ce piston, un cylindre semblable, mais sans rebord, se trouvera introduit. Ce cylindre est en terre cuite liée par du fer.

» 3° Le piston principal, à son tour, est placé dans un cylindre semblable au second et aussi en terre cuite. Une fois emboîtés, ces trois cy-

lindres forment un chapeau sans rebord, parce que la largeur du rebord du cylindre en fonte recouvre le cylindre extérieur en terre à 1 centimètre près.

» 4° Ces trois pièces se meuvent indépendamment les unes des autres, le cylindre en fonte comme un piston ordinaire, régulièrement, et les deux autres à l'aide d'excentriques convenablement construits, et remplissant des conditions d'accélération que nous indiquerons tout à l'heure.

» 5° Ces trois pièces sont situées dans l'intérieur d'un cylindre alésé suivi d'un cylindre garni de terre cuite et fermé en bas par un fond ordinaire, mais fermé en haut par un chapeau renversé qui s'emboîte à l'une des extrémités de la course, dans le fond du chapeau formé par les trois cylindres précédemment décrits. La longueur totale de ces cylindres enveloppes est 2,20 environ, puisqu'ils doivent contenir le piston principal après la détente de l'air. Le rebord extérieur du piston principal est muni d'une bague qui frotte à la manière ordinaire contre l'intérieur alésé de cette enveloppe fixe.

» 6° Toutes les parties exposées à l'air chaud seront revêtues de terre ou d'autres substances isolantes.

» Cette description comprise, on peut se figurer le jeu de la machine.

» En supposant l'appareil verticalement placé et tous les cylindres emboîtés les uns dans les autres au sommet supérieur de la course, on fait arriver l'air chaud au-dessus du premier cylindre en terre; les trois cylindres descendent en même temps, mais alors l'excentrique du cylindre en terre inférieur le tire avec une vitesse plus grande, et il y a aspiration de la quantité voulue d'air frais ordinaire; le piston principal continuant sa course ferme les soupapes d'aspiration, comprime l'air ordinaire et le refoule dans les tubes chauffeurs. Toutefois ces tubes seront précédés d'un compartiment muni d'un piston mobile régulateur de pression, afin qu'automatiquement la pression de l'air dans tout l'appareil ne dépasse pas 2 atmosphères. En sens inverse, les choses se passent de la même manière, l'air chaud arrive par-dessous, sur le second cylindre en terre : les trois sont poussés en même temps, mais tandis que le cylindre moteur et celui qui est dessous se meuvent régulièrement, l'excentrique du cylindre en terre supérieur le fait monter plus vite, et il aspire l'air frais au-dessus de la surface métallique, qui, continuant son mouvement, vient le presser et le refouler dans le régulateur et les tubes chauffeurs.

» Remarquons maintenant : 1° que le même appareil est à la fois machine motrice et machine soufflante; que, par suite, on n'a pas deux

machines distinctes agissant par différence, ce qui fait tomber à peu près complétement une objection sérieuse formulée par M. Reech contre les machines à air chaud comprimé; 2° que la partie supérieure et alésée du cylindre enveloppe extérieur est toujours en contact avec de l'air frais, et que l'air chaud n'est jamais en contact qu'avec des parois de terre : en effet, dans le premier mouvement, l'air chaud agit sur le fond du premier chapeau en terre, et comme ses parois latérales frottent contre celles du chapeau extérieur, il ne peut pas aller vers le cylindre alésé; pendant ce temps l'air aspiré dans l'atmosphère rafraîchit le cylindre alésé en pénétrant dans l'intervalle qui lui est réservé; dans le second mouvement, le frottement du second cylindre en terre, contre le prolongement inférieur et en terre du cylindre alésé, garantit de même toute la partie métallique; 3° les espaces nuisibles sont constamment remplis par de l'air à la pression de 2 atmosphères et ordinaire, de telle sorte qu'ils restituent par la détente le travail qu'ils ont consommé pendant la compression; on peut donc dire qu'ils n'existent pas.

» Nous dirons, enfin, que les détails qui précèdent ne donnent que des principes généraux sur la réalisation des résultats théoriques; une multitude de détails, que des figures pourraient seules rendre clairs, seraient à ajouter pour les besoins de la pratique.

» On peut ajouter que notre machine est soumise à des pertes bien plus grandes qu'une machine à vapeur de même force; examinons de près cette objection importante et vraie. Admettons qu'un cylindre à vapeur de même longueur produise le même travail par la pleine pression et la détente de la vapeur : comme on ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité en assignant à la vapeur les lois de la détente des gaz, on voit que le cylindre à vapeur de même force aura une section égale aux $\frac{2}{3}$ de celle du cylindre d'air chaud; par suite, le diamètre du cylindre à vapeur de même force ne sera que de $0^{m},98$ au lieu de $1^{m},20$.

» Il résulte de là que le frottement de la bague du piston à air chaud sera plus grand pour notre machine dans le rapport de $\sqrt{3}$ à $\sqrt{2}$; ce frottement proportionnel à la pression de la bague ou à la force du ressort ne changera pas quand le piston sera obligé de souffler de l'air au-dessous de lui. Une perte plus sérieuse (*voir* la Note du 21 novembre 1864) diminuera les avantages de l'air chaud; elle résultera de la transmission de l'effort du piston à l'arbre du volant, ou à celui de l'hélice des vaisseaux, ou aux essieux des locomotives, à l'aide des manivelles. En effet, le manche ou le bouton de la manivelle étant saisi par la bielle du piston à air, supposée

assez longue, devra être plus forte et avoir un diamètre supérieur dans le rapport de $\sqrt[3]{3}$ à $\sqrt[3]{2}$; partant, la perte due au frottement augmentera ici pour deux raisons, puisqu'on aura un arc parcouru plus long, avec une pression plus forte, exercée tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, par le piston *poussant* à l'origine de sa course, puis *tirant* lorsqu'il refoulera de l'air frais à la fin de la même course. On pourrait atténuer cette perte par la multiplication des manivelles; mais, en la laissant subsister dans son entier, nous allons démontrer que les coefficients dont on l'a affectée ont été exagérés. Construisons un *diagramme* représentant, pour la vapeur agissant à pleine pression, puis à détente, le travail de 6043 kilogrammètres; celui de la machine à air de même force représentera

$$7000 + 1795 - 565 - 2187 = 6043.$$

Admettons maintenant que les courses des deux pistons soient les mêmes; ces diagrammes pourront donner les pressions exercées, en somme, sur le manche de la manivelle. Les pressions de la vapeur seront représentées par 6043; celles de l'air chaud, qui s'exercent dans deux sens opposés, par

$$(7000 + 1795 + 565 + 2187 - 300)\frac{\sqrt[3]{3}}{\sqrt[3]{2}} = 12877;$$

d'où l'on voit que, pour cette partie, la perte de l'air chaud est à peu près le double. Cela posé, admettons, avec les plus habiles constructeurs, que la machine à vapeur bien soignée produise sur l'arbre du volant les 0,75 du travail reçu sur le piston, ou qu'un quart de ce dernier travail soit perdu pour l'arbre : nous devrons conclure que la machine à air chaud, dont le piston supporte une pression $\frac{3}{2}$ fois plus forte, éprouvera le même déchet multiplié par $\frac{3}{2}$, ou $\frac{3}{8} = 0,375$ excepté pour la transmission étudiée ci-dessus; donc l'arbre ne recevra que les 0,625 du travail effectué par le piston.

» Donc, en résumé, en admettant que dans notre machine à air l'arbre moteur ne reçoive que les 0,50 du travail théorique, nous nous plaçons dans des conditions pratiques à peu près certaines, et peut-être au-dessous de la réalité; et notre machine brûlera en réalité, au plus, $0^{kil},2$ par heure et par cheval. Ce résultat remarquable est bien digne de fixer l'attention des savants qui se préoccupent des perfectionnements à apporter aux machines à feu, et aussi du Gouvernement, dont la Marine trouverait des avantages sur lesquels il est inutile d'insister, dans une économie aussi considérable.

» Terminons en allant au-devant de quelques difficultés de détail, dont les praticiens apprécieront l'importance.

» 1° Nous avons vu que le piston moteur en fonte sera toujours en contact avec de l'air ordinaire aspiré ou comprimé, et préservé de la chaleur par deux autres pistons en terre liés par du fer d'une épaisseur égale à $0^m,04$. Si cette épaisseur était trop faible, l'air alimentaire envoyé au régulateur y apporterait plus de 61 degrés, et, par suite, la fumée sortante devrait s'échapper à plus de 111 degrés pour rester toujours réchauffante ; le travail de la machine se trouverait donc diminué, puisque le piston moteur devrait souffler un air plus chaud, et que l'air moteur aurait perdu de sa force en laissant passer une partie de sa chaleur à travers la terre. On diminuerait ces pertes, ainsi que celles qui résulteraient d'un air ordinaire pris à 10 degrés, 20 degrés, etc., au lieu de 0 degré, en augmentant l'épaisseur 0,04 des terres, et en allongeant les tubes en cuivre.

» 2° La construction des tiroirs de distribution est délicate. Pour les préserver de l'action de l'air chaud, on les recouvrira par des boîtes en porcelaine, et entre les deux on amènera par la tige qui les manœuvrera un petit jet d'air à 2 atmosphères et à 61 degrés pris au régulateur. Cet air retournera au régulateur par un canal latéral à celui d'arrivée, sauf la petite portion qui, par-dessous la boîte de porcelaine, aura rejoint le gaz moteur à 800 degrés pour travailler avec lui ; d'autres terres pourront recouvrir les surfaces de métal poli aussitôt qu'elles seront découvertes, en recevant à cet effet un mouvement de va-et-vient.

» 3° Le foyer n'est alimenté que par l'air de la machine, après son action motrice ; un registre convenablement disposé réglera la proportion de charbon qui lui convient.

» Nous nous arrêterons là, et nous pensons que par les détails qui précèdent, et nos Mémoires antérieurs, nous avons donné les conditions réalisables du maximum d'effet utile de l'air chaud, en nous appuyant sur les données les plus certaines de la science. Des ignorants et peut-être même des hommes instruits attendront sans doute que notre machine marche pour se prononcer sur sa valeur industrielle ; mais il ne faudra alors ni science ni travail. Nous pensons être plus heureux auprès des savants de l'Académie dont les recherches ont préparé et rendu possibles les nôtres, et auprès de ceux qui, placés au point de vue de la saine économie politique, désirent avant tout que les efforts intellectuels servent à améliorer le sort de l'humanité. Puissions-nous, par nos études persévérantes, qui datent de trente années, avoir ainsi préparé la réalisation matérielle d'un moteur de beau-

coup supérieur à la vapeur, et capable d'augmenter dans de larges proportions la puissance et la prospérité des nations civilisées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de décerner le prix relatif aux Arts insalubres.

MM. Chevreul, Combes, Boussingault, Rayer, Payen réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les principes fondamentaux de la théorie mécanique de la chaleur; par* M. Athanase Dupré.

(Commission déjà nommée.)

« La constance de l'équivalent mécanique de la chaleur est généralement admise aujourd'hui, et les divergences entre les savants ne portent guère que sur la méthode à suivre pour la démontrer. Plusieurs l'établissent en partant de ce qu'il est impossible d'anéantir de la chaleur et du travail mécanique; M. Clausius est de ce nombre. Pour moi, je considère le principe de l'équivalence comme rendu certain par les expériences de MM. Regnault, Joule, Favre et autres observateurs bien connus, mais comme ne pouvant être appuyé sur un raisonnement *à priori*. L'axiome invoqué me paraît une vérité *maintenant incontestable*, mais *non évidente* : des hommes très-éminents ont cru à l'anéantissement de la force vive dans le choc des corps non élastiques, et, s'il y avait évidence, ils n'auraient pu commettre l'erreur que des expériences bien dirigées et une étude plus approfondie ont fait reconnaître.

» Quant au principe de Carnot, il a été rectifié, puis étendu par M. Clausius qui s'appuie sur cet axiome : « La chaleur ne peut passer d'elle-même » d'un corps plus froid dans un corps plus chaud. » Voici l'énoncé qu'en donne ce savant sous le nom de théorème de l'équivalence des transformations :

« La somme algébrique des valeurs d'équivalence des transformations » qui s'accomplissent dans une série quelconque de changements réversibles est égale à zéro. Si les changements ne sont pas réversibles, elle est » positive. »

» M. Clausius considère trois sortes de transformations :

» 1° La transformation de travail en chaleur;

» 2° Le passage de chaleur dans un corps plus froid;

» 3° L'augmentation de la désagrégation.

» Prises de la sorte, il les affecte du signe + et réserve le signe — pour les transformations inverses.

» Avant 1862, M. Clausius n'avait point encore introduit dans ses Mémoires la troisième espèce de transformations, et il ne considérait que des séries *circulaires* de changements; son théorème était exact, mais sa démonstration, appuyée sur une proposition non évidente prise pour axiome, était inacceptable. J'ai fait voir en effet, dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1860 et inséré en juin 1864 dans les *Annales de Chimie et de Physique*, qu'on peut, en liant au moyen d'un communicateur convenable deux pistons pressés par des gaz parfaits, faire passer mécaniquement de la chaleur d'un corps A qui se dilate dans un corps B plus chaud, que l'on comprime, et cela sans que cette transformation négative soit accompagnée d'une transformation positive équivalente, telle qu'un passage de chaleur dans un corps plus froid ou une transformation de travail en chaleur. J'en ai conclu que l'axiome de M. Clausius n'est pas *évident*, puisqu'il n'est vrai qu'en y joignant des restrictions qu'il faut d'abord préciser et étudier. Je ne l'admettrais au début pour les séries circulaires et en écartant la considération des désagrégations, que comme un *postulatum* à vérifier plus tard par expérience.

» L'énoncé du théorème de l'équivalence des transformations, donné actuellement par M. Clausius, s'étend à tous les changements *réversibles* même *non circulaires;* il est en contradiction avec le fait que j'oppose à son axiome. Ce professeur distingué est d'accord avec moi dans ses récents écrits en ce qui concerne les transformations des deux premières espèces; mais il affirme que la masse gazeuze A éprouve en se dilatant une augmentation de désagrégation plus grande que la diminution de désagrégation de la masse B; de telle sorte que la diminution finale de désagrégation dans le système (A + B) est une transformation positive justement équivalente à la transformation négative qui consiste dans le passage de chaleur de A à B.

» Sans critiquer en détail les lois relatives à la désagrégation contenues dans le Mémoire de 1862 (Mallet-Bachelier) et la manière de calculer les variations de désagrégation pour les introduire comme quantités mathématiques dans la théorie mécanique de la chaleur, il est facile de prouver que le fait en question n'est nullement conciliable avec le théorème de mon

savant adversaire. Ici on peut l'appliquer au corps A seul, au corps B seul et au système (A + B), puisque tous les changements sont réversibles. Or, dans A considéré seul, nous voyons de la chaleur transformée en travail, c'est-à-dire une transformation négative exigeant selon M. Clausius une augmentation de désagrégation *équivalente*, puisqu'il n'y a pas de transformation de la seconde espèce. Dans B considéré seul, le *même* travail est transformé en chaleur, ce qui exigerait une diminution de désagrégation *égale* à l'augmentation précédente. Dans le système (A + B) il n'y aurait donc ni augmentation ni diminution de désagrégation, et par suite l'ascension de chaleur, constitue une transformation non compensée par une transformation équivalente et de signe contraire; la contradiction que j'ai mise en évidence subsiste donc encore quand on considère les désagrégations qui, suivant moi, ont été introduites à tort.

» M. Clausius convient, dans le § 2 de son Mémoire, que « le théorème » reste enveloppé dans une forme abstraite sous laquelle il est difficilement » accessible à l'intelligence, et que l'on se sent forcé de chercher la vraie » cause physique dont il est la conséquence. » Se plaçant à un tel point de vue, il est moins surprenant qu'il se soit décidé à comparer des quantités hétérogènes et à choisir les unités de manière à rendre égales numériquement ce qu'il appelle *leurs valeurs d'équivalence;* mais en donnant, comme je l'ai fait, un sens précis au second principe de la théorie mécanique de la chaleur, on voit immédiatement que la désagrégation n'y entre pour rien et que le travail correspondant fait partie du travail interne dont je n'ai point manqué de tenir compte. L'expérience de M. Joule prouve d'ailleurs qu'il n'est point appréciable dans les gaz parfaits.

» M. Clausius désire connaître *la vraie cause physique* dont le second principe *est la conséquence*. Quand on accepte la forme que je lui ai donnée lorsque j'ai remplacé le théorème de l'équivalence des transformations par le principe de l'égalité de rendement, on prouve avec facilité qu'il exige comme condition *nécessaire et suffisante* le théorème dont voici l'énoncé :

» Il est impossible, étant donnée exclusivement une source indéfinie de » chaleur à une température quelconque, de l'utiliser pour produire du » mouvement; on ne peut, par exemple, espérer faire mouvoir un navire » sur la mer sans vent et sans combustible, en prenant de la chaleur à l'eau » qui le porte; aucune machine ne produira jamais un tel effet. »

» Cette impossibilité que Dieu a fait entrer dans le plan général de la création *est conséquence*, non *d'une seule cause physique*, mais d'une multitude de propriétés données au corps pour la produire; il suffirait de changer

la capacité d'un corps ou sa chaleur latente en maintenant tout le reste du monde matériel tel qu'il est, pour la faire cesser. Son expression *équivaut* à l'énoncé du second principe, et la recherche analytique des lois qu'elle exige, forme la partie la plus importante de la théorie mécanique de la chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bromure de benzylidène et sur deux hydrocarbures qui en dérivent.* Note de **MM. C. Michaelson** et **E. Lippmann**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires, MM. Dumas, Balard, H. Sainte-Claire Deville.)

« Les hydrocarbures diatomiques sont d'une grande importance pour les théories de la Chimie organique. Les idées de substitution de l'atomicité, comme celles de l'isomérie, se sont développées en particulier par les faits qui ont été mis en évidence par l'étude de ces corps. Les glycols et les pseudo-alcools ainsi que quelques autres séries de combinaisons ont été des points d'appui importants, qui ont contribué largement à l'établissement des théories qui ont prévalu définitivement.

» Les hydrocarbures polyatomiques de la série aromatique ont été jusqu'ici peu étudiés, et moins encore leurs relations avec d'autres corps. En partant d'un hydrocarbure C^7H^6 commun aux combinaisons benzoyliques, on voit que l'essence d'amandes amères (oxyde de benzylidène) correspondante à l'aldéhyde ordinaire (oxyde d'éthylidène) est isomère avec l'oxyde de benzylène, qui est inconnu et qui correspond à l'oxyde d'éthylène On doit donc ainsi supposer deux radicaux différents, le benzylidène et le benzylène. A ce point de vue, le corps $C^7H^6Cl^2$, découvert par M. Cahours, et nommé par lui le chlorobenzol, serait le chlorure de benzylidène, nom qui nous paraît plus convenable, et qui évite une confusion avec les combinaisons du benzol.

» Nos expériences avaient pour but de chercher à isoler l'hydrocarbure C^7H^6 en prenant pour point de départ l'essence d'amandes amères. Les chlorures étant attaqués par le sodium plus difficilement que les bromures, nous avons été obligés de préparer d'abord le bromure de benzylidène $C^7H^6Br^2$, qui était encore inconnu. Nous avons traité dans ce but l'essence d'amandes amères, ne contenant pas de l'acide cyanhydrique, par du perbromure de phospore. Comme la réaction est vive, il ne faut ajouter le perbromure que peu à peu et on fait digérer ensuite le liquide au bain-marie pendant quelques heures avec un excès de perbromure, pour être

certain que la transformation de l'essence est aussi complète que possible. Si on ajoute le bromure de phosphore trop vite, une décomposition du liquide et même la carbonisation de la substance peut arriver. La combinaison a été lavée avec une solution étendue de potasse pour éloigner l'oxybromure de phosphore, le bromure de benzoyle et l'acide benzoïque. L'essence d'amandes amères qui se trouve toujours en quantités notables, malgré l'excès de bromure de phosphore employé, est éliminée par un lavage avec une solution concentrée de bisulfite de soude; on sèche ensuite la substance avec du chlorure de calcium. Le liquide ne peut pas être distillé à la pression ordinaire, car il se décomposerait en partie avec dégagement d'acide bromhydrique et laisserait un résidu noir notable. Il a donc fallu faire cette distillation dans le vide. Les premières et les dernières portions ont été rejetées.

» Les analyses nous ont donné des nombres concordants avec la formule $G^7H^6Br^2$.

» Le bromure de benzylidène est un liquide réfringent et qui, à la lumière, se colore faiblement en rouge. Il est très-soluble dans l'alcool et l'éther, et insoluble dans l'eau. Sous une pression de 20 millimètres de mercure, il distille entre 130 et 140 degrés.

» Le sodium n'agit sur ce corps que vers 180 degrés. La réaction est alors violente et très-irrégulière, ce qui fait qu'il vaut mieux n'opérer que sur de petites quantités, 60 à 80 grammes environ à la fois. On chauffe avec la lampe en ayant soin de l'enlever aussitôt que la réaction commence, sans cela le sodium pourrait prendre feu. Il se dégage pendant toute la réaction beaucoup d'acide bromhydrique. La masse solide est épuisée par l'éther anhydre. On filtre, on chasse l'éther par la distillation et on ajoute du sodium jusqu'à ce qu'il ne soit plus attaqué. Le produit de la réaction forme alors une masse presque noire, demi-liquide.

» En la soumettant à la distillation, il passe un liquide en petite quantité, qui, après trois rectifications sur du sodium, bouillait d'une manière constante à 109°,5 et auquel l'analyse indique la formule du toluol G^7H^8.

» L'acide nitrique fumant donne un précipité cristallin, qui paraît être du toluol binitré.

» Le résidu, qui reste dans la fiole après la distillation du toluol, est une résine noire, qui n'a pu être purifiée par la cristallisation. Mais en le distillant avec de la vapeur d'eau, il passe des gouttes jaunes huileuses, qui se prennent bientôt par le refroidissement en une masse solide cristalline. Si on traite ce corps avec de l'éther, il se dissout avec la plus grande facilité et il faut évaporer la plus grande partie de l'éther pour l'obtenir en cristaux.

Il cristallise alors en longs prismes incolores lorsqu'on a eu soin de les purifier par des cristallisations successives dans l'éther anhydre, après les avoir pressés entre des feuilles de papier filtre pour enlever une huile jaune, qui accompagne toujours ces cristaux.

» L'analyse a fourni des chiffres concordants avec la formule

$$C^{14}H^{14}.$$

» Avec l'acide nitrique fumant, ce corps forme un produit nitré cristallisable.

» Cet hydrocarbure est diatomique, car il se combine directement avec 2 atomes de brome. Pour opérer cette combinaison, on le dissout dans de l'éther anhydre et on y fait tomber le brome goutte à goutte, qui disparaît en formant à l'instant même un précipité blanc cristallin, qui est recueilli sur un filtre et qu'on lave avec de l'éther. Sa composition correspond à la formule

$$C^{14}H^{14}Br^{2}.$$

» Ce corps cristallise en très-petites aiguilles soyeuses. Il est très-peu soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» L'action du sodium sur le bromure de benzylidène est représentée par les équations suivantes :

$$C^{7}H^{6}Br^{2} + 2Na + 2H = C^{7}H^{8} + 2NaBr,$$
$$[C^{7}H^{6}Br^{2}]^{2} + 4Na + 2H = C^{14}H^{14} + 4NaBr.$$

» L'hydrogène libre provient de ce que le sodium décompose complétement une partie du bromure avec dégagement d'acide bromhydrique; il y a aussi séparation d'une masse charbonneuse pendant que l'acide bromhydrique est transformé en bromure de sodium et que l'hydrogène libre, qui est à l'état naissant, se porte sur le groupe $C^{7}H^{6}$.

» Cet hydrocarbure solide est peut-être identique avec le benzyle $\left.\begin{matrix}C^{7}H^{7}\\C^{7}H^{7}\end{matrix}\right\}$ obtenu par M. Cannizaro et Rossi (1) du chlorure de benzyle $C^{7}H^{6}Cl$. Mais cette conclusion a besoin d'être appuyée par des expériences comparatives.

» Le point de fusion de 52 degrés paraît être le même pour ces deux corps. Mais, malgré cela, il peut encore y avoir isomérie.

» Nous nous occupons actuellement de l'étude de cette question et de la préparation des différentes combinaisons de ce corps. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 541.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur l'hydrogène sulfuré injecté dans le tissu cellulaire; de son absorption rapide et de son élimination par les bronches; application à la thérapeutique; par* M. le Dr **Demarquay.**

(Commissaires, MM. Cl. Bernard, Longet.)

« Dans un Mémoire publié en 1857, M. Claude Bernard a fait ressortir l'innocuité relative de l'hydrogène sulfuré quand on l'injecte dans les veines : dans ce cas, il ne produit que des accidents très-légers, à dose modérée, bien entendu, et l'élimination de ce gaz a lieu par les bronches au bout de trois à six secondes, selon qu'on l'a introduit, par exemple, dans la veine jugulaire ou dans la veine crurale, c'est-à-dire dans un point plus ou moins rapproché de la voie d'élimination.

» M. Claude Bernard a montré également que, injecté dans le système artériel ou dans les cavités splanchniques, le gaz était alors absorbé en partie, qu'il en résultait des accidents toxiques d'intensité variée, et que l'élimination était naturellement moins rapide. Toutes ces expériences ont été faites sur des chiens.

» On pouvait conclure des faits précédents, que l'hydrogène sulfuré introduit dans le système veineux se dissout en grande partie, sinon en totalité, dans le sang, sur lequel son action n'est probablement pas assez prolongée pour produire des altérations graves, altérations que comporte fort peu, du reste, la nature même du sang veineux. L'élimination par la surface pulmonaire était rendue évidente à l'aide de papier réactif placée devant la gueule de l'animal. Il était aisé de comprendre que, injecté dans le système artériel, ce gaz suivant un plus long parcours a le temps d'agir plus intimement, sans compter que son action s'exerce alors sur tous les tissus et sur l'élément vital par excellence : les globules rouges du sang.

» En effet, tous les auteurs qui ont parlé de l'empoisonnement par l'hydrogène sulfuré s'accordent à dire que, dans ce cas, le sang devient épais, visqueux, noirâtre, et que les tissus présentent un aspect en rapport avec cette altération physique du sang, c'est-à-dire qu'ils ont une coloration plus foncée qu'à l'état normal, qu'ils sont plus ou moins ramollis et se laissent déchirer facilement. Enfin, il paraît y avoir là une action désorganisatrice assez puissante.

» Tel est à peu près l'état actuel de la science.

» Il m'a paru intéressant de préciser, par de nouvelles expériences, la rapidité de l'absorption et de l'élimination, et surtout de rechercher s'il n'y aurait pas d'autres lésions que celles que l'on connaît déjà.

» Toutes mes expériences, au nombre de quatorze, ont été faites sur des

lapins. Le gaz a été injecté, chez ces animaux, le plus souvent dans le tissu cellulaire de l'abdomen ou du dos, quelquefois dans le péritoine, et une fois dans le rectum. Du reste, je n'ai pas observé, dans le mode d'action de l'hydrogène sulfuré introduit dans ces divers organes de l'économie, de différence bien sensible qu'on pût attribuer à la quantité injectée : on pourra voir, en effet, dans le tableau suivant, que des doses peu considérables de gaz ont amené la mort aussi rapidement que des doses trois ou quatre fois plus fortes. Cependant, elles n'ont pas toujours eu un effet aussi prompt et aussi fatal.

Numéros des expériences.	Quantité de gaz injectée. Centilitres.		Mort au bout de :
1re...........	50		2 minutes.
2e...........	50		2 »
3e...........	10		3 »
4e...........	40	(en trois fois)	(Accidents toxiques; guérison.)
5e...........	40		2 minutes.
6e...........	20		5 »
7e...........	10		3 »
8e...........	40		3 »
9e...........	40		3 »
10e...........	40		1 minute 30 secondes.
11e...........	20		3 »
12e...........	20		2 minutes 30 secondes.
13e...........	10		(Accidents légers; guérison.)
14e...........	10		10 minutes.

» Ce tableau montre donc que la rapidité de la mort n'est pas bien exactement en rapport avec la quantité de gaz injectée.

» En parcourant ce tableau, on est frappé d'une chose, c'est la promptitude avec laquelle la mort arrive : à peine l'opération est-elle terminée, que l'animal meurt; ces expériences démontrent donc le danger qu'il y a pour l'homme de se soumettre à l'hydrogène sulfuré, car on comprend très-bien qu'avec une pareille rapidité d'action, il suffit de quelques respirations pour qu'une certaine quantité de l'agent toxique ait pénétré dans le torrent circulatoire et détermine la mort.

» Le tableau suivant offre plus d'intérêt, parce qu'il établit, avec une précision presque mathématique, la rapidité de l'élimination, à partir du moment où le gaz est injecté dans le tissu cellulaire :

6e expérience.....	20 centilitres.	25 secondes.
7e »	10 »	25 »
8e »	40 »	26 »
10e »	40 »	24 »

» Le lieu d'élection que semble affecter l'hydrogène sulfuré pour sortir de l'organisme m'a donné l'idée que l'action de ce gaz pourrait bien se porter plus spécialement sur l'appareil excréteur de la respiration. Cette vue, *à priori,* s'est trouvée vérifiée par l'anatomie pathologique un assez grand nombre de fois pour qu'on puisse placer la lésion sur laquelle je vais appeler l'attention parmi les altérations constantes que produit l'hydrogène sulfuré dans son élimination.

» Si, lorsque l'animal succombe, on ouvre promptement les voies respiratoires, on est frappé de la turgescence de la membrane muqueuse laryngée, trachéale et bronchique : ce qui démontre que l'agent que nous expérimentions s'éliminait avec tous ses caractères toxiques. L'animal mis en expérience succombe promptement, ainsi que cela résulte de nos recherches, présentant des phénomènes convulsifs : nous venons de voir que des phénomènes de congestion s'accomplissaient du côté des bronches, même pendant les instants qui précèdent la mort rapide, nous allons voir l'altération qui survient en faisant durer l'expérience.

» La lésion dont je veux parler n'est autre qu'une inflammation très-nette, très-caractérisée de la trachée et des bronches dans toute leur étendue. Dans mes premières expériences, cette altération m'avait échappé, parce que j'étais occupé à chercher d'autres lésions. C'est ainsi que j'ai examiné avec beaucoup de soin les tissus qui avaient été le plus directement en contact avec le gaz, et enfin le sang dont les globules n'ont pas présenté, au microscope, le moindre changement dans leur manière d'être normalement. Il est probable, cependant, qu'il se produit, dans ces circonstances, une altération grave du sang, puisqu'il est impossible, quand on retire du sang d'un lapin dans une éprouvette, et qu'on le soumet à l'action de l'hydrogène sulfuré, de rendre à ce sang, qui présente alors une coloration brunâtre, sa teinte vermeille, même à l'aide d'un fort courant d'oxygène.

» Dans la grande majorité des cas, l'influence toxique de l'hydrogène sulfuré a amené rapidement la mort de nos lapins. Cependant, dans une dernière expérience, nous avons réussi à affecter un animal d'intoxication lente, et alors nous avons vu se produire des symptômes manifestes d'infection par produits septiques.

» En résumé :

» 1° L'hydrogène sulfuré, injecté dans le tissu cellulaire, dans le péritoine ou le gros intestin, est promptement absorbé.

» 2° Au bout de 25 secondes, il est éliminé par les voies pulmonaires. Un papier réactif, mis sous le nez de l'animal, indique nettement l'élimination.

» 3° L'hydrogène sulfuré se combine tellement avec le sang, que le papier réactif, promené sur les viscères importants de l'économie, n'en indique nulle part la présence.

» 4° Si on l'injecte à faible dose, l'élimination par les bronches se fait lentement, et à la mort de l'animal on trouve une inflammation des bronches et de la trachée, au lieu d'une congestion vive que l'on trouve quand la mort a lieu rapidement. »

CORRESPONDANCE.

M. Ambroise Thomas, Président de l'Institut, rappelle à l'Académie qu'aux termes du décret du 22 décembre 1860, c'est elle qui doit désigner cette année l'œuvre ou la découverte à laquelle sera décerné d'après son jugement, et avec la sanction de l'Institut, le prix biennal fondé par l'Empereur.

M. Flourens présente, au nom de *M. P. Harting*, un Mémoire publié par la Société des Arts et Sciences d'Utrecht et relatif à l'appareil épisternal des Oiseaux. Parmi les résultats importants exposés dans ce Mémoire, M. le Secrétaire perpétuel signale le passage suivant :

« Le squelette a trois états : l'état membraneux, l'état cartilagineux et l'état osseux. Tantôt ces trois états se succèdent, tantôt l'os est la production immédiate de parties membraneuses, c'est-à-dire du tissu conjonctif qui les compose. Or il n'y a pas un seul animal vertébré qui ait un squelette tout à fait osseux. Depuis l'Amphioxus jusqu'aux Mammifères qui occupent le sommet de l'échelle, on rencontre tous les degrés possibles, mais toujours une partie plus ou moins restreinte du squelette reste à l'état cartilagineux ou membraneux, qui pour d'autres animaux n'est qu'un état transitoire des mêmes parties et précède leur ossification. Toute description d'un squelette, dans laquelle les parties osseuses seules sont mentionnées, sans qu'il y soit tenu compte des parties cartilagineuses et membraneuses, est par conséquent nécessairement incomplète et ne saurait suffire lorsqu'il s'agit de la comparaison des squelettes d'animaux appartenant aux diverses classes de l'embranchement des animaux vertébrés. Il y a encore plusieurs lacunes à remplir en cette direction.

» 1° Tous les Oiseaux sont en possession d'un appareil qu'on peut comparer à l'épisternum des Sauriens et de quelques Mammifères.

» 2° L'appareil épisternal des Oiseaux est quelquefois entièrement, et toujours en majeure partie, à l'état membraneux. Il ne s'ossifie qu'en quel-

ques endroits, séparés les uns des autres par des intervalles plus ou moins larges.

» 3° Lorsqu'il est complet, l'appareil épisternal se compose d'une lame verticale médiane postérieure, de deux lames latérales et d'une lame horizontale médiane et antérieure. Cette dernière est quelquefois absente.

» 4° Ces parties, prises dans leur ensemble, répondent à l'épisternum en T ou en croix des Sauriens, à l'exception des parties supérieures des lames latérales, qui sont l'équivalent des prolongements latéraux des coracoïdiens dans ces animaux.

» 5° Quelquefois l'appareil épisternal demeure à l'état membraneux pendant toute la vie de l'Oiseau. L'endroit où l'ossification se rencontre le plus souvent est situé dans la lame médiane postérieure, là où celle-ci s'insère au bord antérieur du sternum, entre les coracoïdiens. L'apophyse supérieure, qui est le résultat de cette ossification, se bifurque lorsque cette ossification se continue aussi dans les lames latérales. Un autre point d'ossification se trouve dans le voisinage immédiat de l'angle de la fourchette. Le prolongement de celui-ci, qui en est le produit, ou l'apophyse furculaire, très-variable de forme dans les différentes espèces d'Oiseaux, se continue quelquefois dans le bord inférieur de la crête. En quelques cas il paraît que la partie antérieure de celui-ci doit aussi être considérée comme un produit de l'ossification de la lame épisternale contigüe.

» Parmi les diverses ossifications de l'appareil épisternal, celle qui est la plus rare c'est l'ossification de la partie moyenne et postérieure de la lame médiane horizontale et antérieure entre les branches de la fourchette, donnant naissance à l'apophyse médiane.

» 6° Lorsque la trachée-artère entre dans la cavité de la crête, les parois osseuses de cette cavité sont en partie une formation épisternale. »

CHIMIE. — *Sur les densités de vapeur anomales; par* **M. Ad. Wurtz.**

« Dans mon Mémoire sur les pseudo-alcools (1), j'ai fait voir que la densité de vapeur de l'iodhydrate d'amylène diminue avec la température, et j'ai expliqué ce fait en admettant que cette vapeur éprouve une décomposition partielle en acide iodhydrique et en amylène, qui se combinent de nouveau pendant le refroidissement. Ce phénomène m'a paru offrir de l'intérêt au point de vue de la question tant débattue des densités de vapeur anomales. J'ai donc repris et étendu mes expériences avec l'iodhy-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. I, p. 131.

drate et avec le bromhydrate d'amylène, et j'ai constaté que ce dernier corps offre la densité de vapeur normale à 40, 50, 60 degrés au-dessus de son point d'ébullition, mais qu'au delà cette densité de vapeur décroît jusqu'à ce qu'elle soit réduite de moitié. Le bromhydrate est alors décomposé en gaz bromhydrique et en amylène qui se combinent de nouveau par le refroidissement. Une trace pourtant du gaz bromhydrique demeure non combinée et se retrouve lorsqu'on ouvre les ballons sous le mercure, comme pour servir de témoin à la décomposition passagère qu'a éprouvée le bromhydrate. Ainsi, dans une expérience où la vapeur avait été chauffée à 295 degrés, $0^{gr},685$ de cette vapeur n'ont laissé que $0^{gr},008$ d'acide bromhydrique.

» Le bromhydrate d'amylène convient à merveille pour de telles déterminations. Il résiste sans noircir à la température de 360 degrés. On l'a purifié en le distillant à plusieurs reprises dans le vide. Son point d'ébullition est situé à 113 degrés (corrigé) sous la pression de $0^{m},762$. Sa densité à 0 degré est égale à 1,227. Ses densités de vapeur, déterminées par la méthode de M. Dumas, à diverses températures comprises entre 153 et 360 degrés, sont indiquées dans le tableau suivant :

TEMPÉRATURES (corrigées).	DENSITÉS DE VAPEUR.	TEMPÉRATURES (corrigées).	DENSITÉS DE VAPEUR.
153°	5,37	225°	4,69 / 3,68 } 4,18 moyenne
158,8	5,18	236,5	3,83
160,5	5,32	248	3,30
165	5,14	262,5	3,09
171,2	5,16	272	3,11
173,1	5,18	295	3,19
183,2	5,15	305,3	3,19
185,5	5,12	314	2,98
193,2	4,84	319,2	2,88
195,5	4,66	360	2,61 (1)
205,2	4,39		(Chiffre théor. = 2,62)
215	4,12		

(1) Dans la dernière expérience, qui a été faite dans la vapeur de mercure, il est resté dans le ballon, dont la capacité était de 257^{cc}, $5^{cc},8$ de gaz bromhydrique à 8 degrés et à la pression de $0^{m},755$.

» La densité de vapeur théorique du bromhydrate d'amylène étant de

5,24, on voit que la vapeur de ce corps offre sensiblement la condensation normale entre 153 et 185 degrés, mais qu'à partir de 190 degrés environ cette vapeur se débande en quelque sorte ; sa densité diminue rapidement, et ce décroissement est à la fois l'effet et le témoin de la décomposition que subit la vapeur. A cet égard il est intéressant de considérer la marche décroissante des densités comme indiquant l'énergie plus ou moins grande avec laquelle la décomposition s'accomplit à un moment donné, ou, si l'on veut, les vitesses de décomposition. Remarquons d'abord que le décroissement dont il s'agit n'est point parfaitement régulier. Cela est dû, je pense, à deux causes. D'abord, en raison du nombre considérable d'expériences, il a été impossible d'opérer sur un seul et même produit, et les différents échantillons employés, bien qu'ils aient été purifiés et analysés avec soin, pouvaient présenter de légères variations dans leur composition. En second lieu, le temps pendant lequel la vapeur est maintenue à la température où l'on détermine la densité n'est pas sans influence sur les nombres obtenus. C'est ce qui résulte des deux expériences faites à 225 degrés avec des produits identiques. Dans la première, la vapeur a été portée rapidement à 225 degrés. Dans la seconde elle a été maintenue pendant dix minutes à cette température. On voit que les nombres trouvés pour les densités ont été fort différents. Ce résultat ne doit point surprendre si l'on considère que le phénomène de décomposition de la vapeur doit absorber de la chaleur, et que les quantités de chaleur nécessaires pour produire et la dilatation et la décomposition ne sauraient être fournies instantanément.

» En faisant abstraction des petites perturbations dont il s'agit, on remarque que les densités de vapeur du bromhydrate d'amylène décroissent très-lentement de 153 à 185 degrés, très-rapidement de 193 à 248 degrés. Cela indique qu'une petite portion de la vapeur se décompose à des températures inférieures à celles où la masse se décompose. Nous avons ici ce phénomène de la décomposition naissante que M. H. Deville a si bien observé. Mais on voit aussi qu'au delà de 250 degrés la vitesse de décomposition se ralentit de nouveau. La vapeur de bromhydrate d'amylène, qui reste mélangée en petite quantité à l'amylène et au gaz bromhydrique déjà séparés, résiste à la décomposition. J'insiste sur ce point et je dis, en précisant ma pensée : sans doute, à 300 degrés, la vapeur du bromhydrate d'amylène, considérée comme pure, possède une tendance à se décomposer bien plus grande qu'à 150 degrés. Mais il n'en est plus ainsi si nous considérons cette vapeur délayée dans les produits de sa propre décomposition. Elle échappe alors à l'action de températures qui suffisent pour décomposer la masse du produit. Si donc, dans une vapeur homogène ou

presque homogène, il existe, comme M. H. Deville l'a démontré, une tendance à la décomposition, à des températures où la masse du produit résiste encore, d'un autre côté, dans des vapeurs mélangées avec leurs produits de décomposition, on remarque une résistance à la décomposition, à des températures où la masse du corps a déjà succombé.

» Voici une conséquence de ces faits.

» A 150 degrés, la vapeur du bromhydrate d'amylène est intacte, car elle présente la densité normale, qui répond à celle du chlorhydrate d'amylène. Si donc les deux éléments dont cette vapeur se compose, le gaz bromhydrique et l'amylène, se rencontraient à cette température, ils pourraient se combiner entièrement.

» A 314 degrés, où sa densité est égale à 2,98, la vapeur du bromhydrate d'amylène se compose réellement de :

Bromhydrate non décomposé...........	13,8
Amylène et gaz bromhydrique...........	86,2
	100,0

» Si donc l'amylène et le gaz bromhydrique se rencontraient à 314 degrés, ils ne pourraient se combiner que partiellement, jusqu'à ce que la portion du bromhydrate formé fût de 13,8 pour 100 dans le mélange. Mais cette combinaison partielle pourrait encore donner lieu à un dégagement de chaleur. C'est ainsi qu'on peut expliquer la production de chaleur que M. H. Deville a observée, en faisant arriver dans une enceinte chauffée à 360 degrés des gaz chlorhydrique et ammoniac. Les faits que je viens d'exposer fournissent une base expérimentale à cette interprétation qui a été indiquée par MM. Pebal et H. Sainte-Claire Deville (1) et très-bien développée par M. Lieben (2).

» Je ne puis, faute d'espace, décrire les expériences que j'ai faites avec l'iodhydrate d'amylène et le bromhydrate de caprylène. J'ajoute seulement que le premier de ces corps ne saurait prendre la forme gazeuse sans se décomposer partiellement en acide iodhydrique et en amylène. Sa vapeur est dans l'état où se trouve celle du perchlorure de phosphore aux températures les plus basses auxquelles M. Cahours l'ait portée dans ses belles expériences. On sait qu'à 160 degrés la densité de vapeur du perchlorure répond à 3 volumes. Cela veut dire qu'à cette température elle est constituée par un mélange de

$$PhCl^5 = 2 \text{ volumes}$$

(1) *Bulletin de la Société Chimique*, 1865, p. 18.

(2) *Bulletin de la Société Chimique*, 1865, p. 90.

et de

$$PhCl^3 + Cl^2 = 4 \text{ volumes.}$$

Quant au bromhydrate de caprylène, sa vapeur résiste beaucoup mieux à la décomposition. A 277 degrés elle offre encore, à peu de chose près, la condensation normale en deux volumes. »

MÉCANIQUE. — *Théorème nouveau de Mécanique, relatif aux forces vives vibratoires. Moyen pratique et élémentaire d'évaluer très-approximativement, dans le plus grand nombre des cas, la flexion ou l'extension d'un système élastique, due à un choc; par* **M. DE SAINT-VENANT**. [Deuxième complément au Mémoire lu le 10 août 1857 (1).]

(Commissaires précédemment nommés : MM. Poncelet, Lamé, Bertrand, Hermite.)

« **1.** Lagrange (et, avant lui, Kœnig d'une manière moins générale) a montré qu'à chaque instant la force vive de tout système est égale à la somme de celles qu'il posséderait successivement, si toutes ses parties avaient, en grandeur et en direction, la vitesse de son centre de gravité, et les vitesses qui, composées avec celle-ci, donnent leurs vitesses réelles.

» Coriolis a étendu ce théorème (*Journal de l'École Polytechnique*, XXIVe cahier, p. 109) en prenant pour les premières composantes, au lieu de vitesses toutes égales et parallèles à celle du centre, celles d'un système instantanément invariable, ayant les mêmes parties que le système variable donné, avec des quantités de mouvement dont la résultante et le moment résultant général sont les mêmes que pour celui-ci, ce qui réduit ordinairement, dans un solide élastique, les secondes composantes aux vitesses dues aux vibrations qui peuvent animer les molécules.

» Mais le mouvement vibratoire total de chaque molécule d'un pareil solide est formé généralement, comme on sait, par la superposition d'un nombre infini de vibrations simples et isochrones de diverses périodes, tantôt commensurables, tantôt incommensurables entre elles. Or, j'ai reconnu, sur tous les exemples auxquels j'ai pu l'appliquer, ce théorème : *Qu'à chaque instant la force vive d'un système élastique, due aux vitesses résultant d'un mou-*

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 104. Le premier complément, du 9 janvier 1865, est au tome LX, p. 49. (Mettez, p. 44, ligne 15, $=\frac{2Q}{P}$, *au lieu de* $=\frac{P}{2Q}$, et effacez les lignes 16 et 17.)

vement vibratoire composé, est égale à la somme des forces vives dues séparément aux vitesses des mouvements simples ou isochrones, de diverses périodes, qui les composent.

» Bien qu'analogue à ceux de Lagrange et de Coriolis, ce théorème, que je crois nouveau, en est essentiellement distinct. Ceux-ci ont une raison purement *géométrique;* ils résultent mathématiquement de la définition même du centre de gravité, ainsi que de celle du mouvement de translation et de rotation que Coriolis appelle *moyen,* et qu'il dérive d'une solidification instantanée hypothétique du système quelconque considéré. Et les composantes de vitesse auxquelles est due la seconde partie énoncée de la force vive ne sont pas nécessairement des vitesses de vibration ou soumises à des lois de périodicité.

» Le théorème nouveau a, au contraire, une raison *physique.* Il résulte des lois de l'élasticité, et il n'existe que parce que les périodes de variation, avec l'espace comme avec le temps, des vitesses des vibrations simples composantes, sont subordonnées entre elles, comme procédant proportionnellement aux inverses, tantôt des nombres naturels successifs, tantôt des diverses racines d'une même équation transcendante fournie, comme on sait, par les conditions particulières que doit remplir une intégrale en série.

» Le carré d'une vitesse composée algébriquement d'une infinité d'autres se compose lui-même, en effet, de tous les carrés de celles-ci et de tous leurs doubles produits deux à deux. Si, en multipliant par les éléments de masse, et intégrant pour tout le système vibrant, chacun des doubles produits donne une intégrale nulle, ils disparaissent en composant la force vive totale, et il est clair que le théorème énoncé se vérifie.

» Or, c'est précisément ce qui a lieu pour tous les cas de vibrations dont les problèmes ont pu être résolus jusqu'ici; et cela en vertu des mêmes relations qui servent ou peuvent servir à déterminer les coefficients des termes des séries transcendantes qui les résolvent; relations qui, tantôt annulent tous les termes hors un seul quand on intègre, après les avoir multipliés par un facteur différentiel, les deux membres des équations exprimant les conditions initiales à remplir (comme il arrive pour les cordes ou les tiges vibrant seules), tantôt réduisent la série à une autre plus simple dont la somme, relative aux autres termes, est fournie par une particularisation de ces conditions (comme il arrive pour une tige élastique à laquelle une masse étrangère reste unie) (1).

---

(1) M. Sonnet, déjà en 1840, en calculant, dans une thèse sur les *vibrations longitudinales,*

» C'est ce qui aurait encore lieu, évidemment, en supposant en chaque point un mouvement vibratoire composé de plusieurs autres de diverses directions, si leurs projections sur deux directions à angle droit remplissent les mêmes conditions que les vibrations longitudinales ou transversales d'une corde ou d'une barre, etc.; car le carré de la vitesse effective est somme des carrés des deux sommes de projections de composantes.

» 2. Les mêmes solutions complètes, dans des cas variés, de problèmes d'impulsion soit longitudinale, soit transversale, qui m'ont fait apercevoir ce théorème, ont toutes confirmé l'assertion, émise dès 1854, et importante pour la pratique, que l'on peut obtenir élémentairement, d'une manière très-approchée, la flexion ou l'extension totale d'un système élastique quelconque, au point heurté par une masse étrangère, avec mise en compte suffisante de la masse ou de l'inertie du système lui-même, si l'on pose, entre les quantités de mouvement finies, perdues ou gagnées, l'équation des vitesses virtuelles, ou, ce qui revient au même, si l'on pose celle du théorème admis des pertes de force vive dues à un changement brusque des vitesses, en supposant que les déplacements des divers points du système aient entre eux les mêmes rapports que s'ils étaient déterminés par une action statique. Il résulte en effet, de l'équation ainsi posée, que, avant de faire entrer la vitesse d'impulsion dans le calcul de la flexion, etc., basé sur la même supposition du genre de la déformation éprouvée, l'on doit réduire cette vitesse comme elle le serait par un partage entre la masse heurtante et la masse heurtée, mais celle-ci réduite elle-même à $\frac{1}{3}$ de sa grandeur quand c'est une barre fixée à un bout et sollicitée longitudinalement à l'autre, et, respectivement, aux $\frac{17}{35}$, aux $\frac{13}{35}$ et aux $\frac{33}{140}$ quand elle est heurtée dans un sens transversal, selon qu'elle est appuyée ou encastrée aux deux bouts et frappée au milieu, ou encastrée à un seul bout et frappée à l'autre. Or ce sont là précisément les quatre nombres que fournissent les solutions exactes, en séries d'exponentielles et de sinus, lorsque la masse heurtée ne dépasse pas en grandeur une ou deux fois la masse heurtante, en sorte qu'on puisse réduire la série à son premier terme développé sui-

---

la force vive d'une tige vibrant seule, a remarqué l'annulation des intégrales provenant des doubles produits des vitesses partielles, mais sans en faire le sujet d'une observation susceptible de conduire à un théorème général, et sans apercevoir ce que présente d'analogue le cas, examiné par lui plus loin, d'une tige vibrant avec une masse étrangère attachée à son extrémité mobile.

vant les puissances du rapport de ces deux masses ; d'où il suit que l'approximation suffit généralement.

» Ce genre de solution peut, comme l'on voit, être présenté dans tous les cours, même industriels; et, sans fournir, comme les séries transcendantes, tous les éléments des calculs de *résistance,* il donne, pour les déplacements principaux des points, des résultats incomparablement plus exacts que le calcul ordinaire, établi par plusieurs auteurs en négligeant tout à fait l'inertie des systèmes heurtés.

» 3. Les calculs, indiqués plus haut, de la force vive d'un système vibrant après avoir été heurté donnent, avec une justification, dans certaines limites, du principe admis de perte de force vive dans les changements de vitesse, des lumières sur la nature de cette perte apparente. Comme le déplacement du point heurté, calculé élémentairement par ce principe, ainsi qu'on vient de dire, est généralement très-approché de celui que donnerait la seule *vibration principale,* à période beaucoup plus longue que les autres, exprimée par le premier terme de la série transcendante, la *perte* prétendue de force vive se retrouve tout entière dans les vibrations secondaires, à période de plus en plus courte, exprimées par les autres termes en nombre infini. Si donc le théorème nouveau, qui rend possible ou plus facile le calcul des diverses parties de cette force vive dissimulée, est généralement confirmé et étendu aux vibrations des diverses espèces, il acquerra sans doute une certaine importance entre les mains des physiciens, qui font aujourd'hui de judicieuses conjectures sur ce que deviennent les pertes dans la nature, où rien ne se perd en réalité, et qui cherchent avec persévérance, dans des actions mécaniques latentes, l'*équivalent* d'effets attribués naguère à la présence de fluides hypothétiques. »

TECHNOLOGIE. — *De la préparation des savons et des acides gras propres à la confection des bougies ; par* **M. Mège-Mouriès.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (séance du 9 mai 1864) une Note sur quelques faits scientifiques relatifs à ces deux grandes industries.

» Aujourd'hui que les opérations en fabrique ont confirmé l'exposé théorique fait par M. Chevreul (1), l'Académie voudra bien me permettre de

(1) Une fabrique aux environs de Paris fabrique régulièrement 1500 kilogrammes de corps gras par jour, et des délégués de l'industrie ont constaté que les résultats obtenus s'accordent bien avec les résultats promis.

préciser plus nettement ces faits, et je commence par une observation nécessaire à leur intelligence.

» Lorsque, par la simple combinaison d'une proportion définie d'un oxyde alcalin, on saponifie un corps gras, le savon obtenu dégage l'odeur des graisses qui l'ont formé, il rancit souvent, se conserve mal, et le rendement est très-bas.

» Mais si ce savon incomplet est exposé à l'action de présence d'un excès d'alcali, son odeur, variable d'ailleurs suivant la nature des corps gras, devient très-agréable, il ne rancit plus, il peut se conserver sous les latitudes les plus chaudes, et le rendement atteint le chiffre le plus élevé.

» Cette action consécutive de l'alcali sur le savon n'a pas été signalée, je crois, mais elle a été appliquée. M. Chevreul, dans ses recherches sur les corps gras, a toujours tenu les savons formés en suspension dans un excès de lessive, et c'est ainsi qu'il a pu constater dans le suif, par exemple, une quantité d'acide stéarique qu'on n'a plus retrouvée dans l'industrie, quand on a voulu faire des saponifications économiques avec des quantités équivalentes ou sous-équivalentes de bases à l'air libre ou dans des autoclaves.

» D'un autre côté, nous voyons les vieux procédés de Marseille arriver à des résultats analogues par la force de la pratique et du temps. Ces procédés, quoique imparfaits, sont remarquables, mais nous devons ajouter que s'il est bon de rendre hommage aux résultats parfois merveilleux du travail empirique, il est juste et logique de le remplacer, quand nous le pouvons, par un travail plus sûr et plus direct fondé sur les indications de la science.

» C'est ce que j'ai fait, on le sait, à l'aide de la saponification globulaire, qui produit, dans les différentes périodes d'une seule opération, tous les effets imparfaitement obtenus à l'aide d'un travail long, compliqué et difficile; ce mode d'opération a de plus l'avantage d'éviter les pertes, de donner, par conséquent, un rendement plus élevé, et de produire tous les savons doués des qualités exceptionnelles que l'on donne à l'aide de lessives multipliées aux produits destinés à l'exportation.

» Voilà pour les savons, voici maintenant pour l'acide stéarique.

» Ici la différence qu'il y a entre les savons, parfaits et imparfaits, est manifeste; en effet, tandis qu'un savon parfait de suif donne de 60 à 65 pour 100 d'acide stéarique du commerce, le même suif saponifié imparfaitement n'en donne plus que 45 à 48 : aussi voyons-nous deux procédés principaux se disputer la faveur des fabricants.

» Le premier est fondé sur la saponification par les oxydes, le second sur la saponification par les acides (l'acide sulfurique); l'un donne moins de perte et des produits de meilleure qualité, mais en moindre quantité; l'autre, au contraire, donne plus de perte, des produits moins estimés, mais il donne plus d'acide stéarique. Aux inconvénients de ce dernier mode, il faut ajouter les complications, les dangers et les dépenses qu'entraîne la distillation des acides gras.

» En présence des avantages et des inconvénients de ces deux procédés en usage, il me semble clair qu'un troisième procédé qui réunirait les avantages de l'un en écartant les inconvénients de l'autre pourrait avoir l'ambition de les remplacer.

» C'est ce but qu'a la prétention d'atteindre la saponification globulaire faite avec la soude ou toute autre base. Examinons cette prétention, parce qu'elle est justifiée par la pratique.

» En prenant la soude pour base, on fait une série d'opérations fort simples avec peu de combustible, peu de main-d'œuvre et peu d'appareils. Ces opérations permettent de recueillir sans frais le sulfate de soude pur, et de réduire les dépenses à un chiffre aussi bas que les saponifications les plus économiques. Ce fait acquis, il ne reste plus que des avantages : d'abord la perte en acides gras est nulle, ensuite on obtient tout l'acide stéarique contenu dans le corps gras, c'est-à-dire 3 pour 100 de plus qu'on n'en obtient par la distillation ; de plus, et c'est là le point important, on recueille de l'acide oléique inoxydé qui produit facilement un savon aussi agréable par son odeur, aussi recherché pour ses qualités et aussi avantageux pour le rendement que les savons de Marseille.

» Ce dernier résultat m'a toujours semblé le plus avantageux, au moment où l'acide stéarique perd du terrain devant l'usage des hydrocarbures liquides et solides, et au moment où la consommation du savon s'étend avec le bien-être des masses.

» Il m'a toujours semblé, en présence de cette situation, que pour se placer sur un terrain solide le fabricant devait avoir pour but essentiel la préparation d'un bon savon, et pour but secondaire la fabrication de l'acide stéarique; c'est l'opinion émise par M. Chevreul, et d'après les faits acquis en industrie c'est celle qui probablement triomphera. »

PHYSIQUE. — *Lois des courants interrompus.* Note de **M. Achille Cazin**, présentée par M. Pouillet. (Suite.)

« J'ai présenté à l'Académie, dans la séance du 26 septembre 1864, quatre lois relatives aux effets d'un courant discontinu qui traverse une bobine. Depuis cette époque je les ai vérifiées, en substituant au voltamètre une boussole des tangentes. J'ajouterai que la constante k, dont il a été question dans cette Note, est indépendante de la nature de la pile et des modifications que l'on fait subir à l'étincelle de rupture. Ainsi cette étincelle a successivement une durée de plus en plus courte, quand elle éclate dans l'air, dans l'alcool, dans l'eau distillée, et enfin quand on fait communiquer la pointe de platine et le mercure de l'interrupteur respectivement avec les deux armatures d'un condensateur; mais k reste invariable. Je me propose de revenir plus tard sur les propriétés de cette étincelle et sur la mesure de sa durée. J'indiquerai seulement ici qu'elle jaillit devant un disque circulaire portant des perles équidistantes sur sa circonférence, et tournant avec une vitesse connue : on peut régler cette vitesse de sorte que les arcs brillants produits par les images de l'étincelle dans les perles aient des longueurs égales aux intervalles obscurs, et déduire de là sa durée.

» Voici maintenant deux lois que je crois nouvelles, et qui font suite aux précédentes.

» *Cinquième loi.* — Lorsqu'on établit un fil de dérivation, sans circonvolutions, entre la pointe de platine et le mercure d'un interrupteur convenablement réglé, et qu'on compare le circuit contenant une bobine avec le même circuit dans lequel la bobine est remplacée par un fil d'égale résistance, l'effet de l'induction consiste en une diminution de l'intensité moyenne dans le même circuit principal, et une augmentation dans le circuit dérivé, lesquelles sont inversement proportionnelles aux résistances de ces circuits.

» Soient :

» R la résistance du circuit principal (l'intervalle de dérivation est négligeable);

» R' celle du fil de dérivation ;

» I' l'intensité moyenne du courant discontinu dans le circuit principal, lorsque la bobine est remplacée par un fil d'égale résistance ;

» i' celle du courant discontinu dans le circuit dérivé, les circonstances étant les mêmes ;

» I'' celle du courant discontinu dans le circuit principal lorsqu'il contient la bobine;

» i'' celle du courant discontinu dans le circuit dérivé, dans les mêmes circonstances.

» La loi est représentée par la formule

$$\frac{I' - I''}{i'' - i'} = \frac{R'}{R}.$$

» Voici quelques nombres obtenus à l'aide de la boussole des tangentes. L'unité d'intensité est celle d'un courant capable de dégager $0^{mgr},0579$ d'hydrogène par minute; l'unité de résistance est celle de 1 mètre de fil de platine ayant $0^{mm},115$ de diamètre. La bobine a été décrite dans la Note précédente. Le nombre des interruptions était $n = 475$ par minute; I désigne l'intensité du courant continu.

I	$I' - I''$	$i'' - i'$	R	R'	$(I' - I'')R$	$(i'' - i')R'$
1,0188	0,0910	0,0718	0,518	0,588	0,047	0,042
1,0058	0,1314	0,0670	0,520	1,011	0,068	0,068
2,3560	0,5649	0,0995	0,524	2,971	0,296	0,295
0,8441	0,0454	0,0329	1,487	2,008	0,067	0,066

» L'égalité des produits $(I' - I'')R$ et $(i'' - i')R'$ dans chaque ligne horizontale du tableau démontre la loi.

» Cette loi régit les faits observés par M. de la Rive en 1843, qui l'ont conduit au condensateur électro-chimique; elle se vérifie en effet avec le voltamètre, comme avec la boussole, mais moins exactement.

» Les modifications subies par l'étincelle de rupture, par exemple son accroissement quand la résistance du fil de dérivation augmente, n'ont aucune influence sur la loi.

» La théorie des extra-courants directs et inverses explique cette loi, lorsqu'on admet que l'effet de l'induction est purement dynamique.

» Soient :

» E la force électromotrice de la pile;

» R_1 la résistance totale $R + R'$;

» T la durée de l'immersion de la pointe de platine de l'interrupteur dans le mercure;

» T′ celle de l'émersion de cette pointe;

» n le nombre des interruptions dans l'unité de temps.

» On a pour les intensités moyennes définies plus haut :

$$(1)\qquad I' = \frac{nET}{R} + \frac{nET'}{R_1}.$$

$$(2)\qquad i' = \frac{nET'}{R_1}.$$

Lorsque l'immersion a lieu la bobine étant dans le circuit, l'intensité i varie de $\frac{E}{R_1}$ jusqu'à $\frac{E}{R}$, et, à une époque t comptée à partir du moment où la pointe touche le mercure, on a, pour déterminer la loi de variation, l'équation

$$iR = E - P\frac{di}{dt},$$

où P désigne le potentiel de la bobine sur elle-même.

» Lorsque l'émersion a lieu, l'intensité i_1 varie de $\frac{E}{R}$ jusqu'à $\frac{E}{R_1}$, et, à une époque t comptée à partir du moment où la pointe cesse de toucher le mercure, on a pour la loi de variation

$$i_1 R_1 = E - P\frac{di_1}{dt}.$$

Maintenant

$$I'' = n\int_0^T i\,dt + n\int_0^{T'} i_1\,dt,$$

$$i'' = n\int_0^{T'} i_1\,dt.$$

Effectuant les calculs, et supposant T et T′ assez grands pour que l'état permanent soit atteint à chaque oscillation dans l'un et l'autre circuit, ce qui permet de supprimer les termes qui contiennent $e^{-\frac{R}{P}T}$, $e^{-\frac{R_1}{P}T'}$, on trouve

$$(3)\qquad I'' = nE\left(\frac{T}{R} + \frac{T'}{R_1}\right) - nPE\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right)^2,$$

$$(4)\qquad i'' = \frac{nET'}{R_1} + \frac{nPE}{R_1}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right).$$

» Des équations (1), (2), (3), (4) on tire la formule expérimentale donnée.

» *Sixième loi.* — Dans un circuit discontinu, qui contient une bobine, la loi des équivalents électro-chimiques est applicable.

» Je me suis servi de couples de Daniell ayant comme éléments positifs de petites lames de cuivre, plongées dans la solution de sulfate de cuivre pur, et d'un voltamètre à sulfate de cuivre. Le poids du métal déposé sur l'électrode négatif est égal au poids du métal déposé sur chaque lame de cuivre de la pile, lorsque celle-ci est bien isolée. M. Matteucci, qui s'était servi du voltamètre à eau, avait trouvé la quantité d'hydrogène dégagé inférieure à celle qui représentait la loi d'équivalence, et il avait attribué cette différence aux phénomènes secondaires que présente l'électrolyse de l'eau. Mes résultats sont conformes à l'opinion du savant italien.

» Si l'on rapproche cette loi de celle que M. Soret a communiquée à l'Académie le 12 septembre 1864, on peut dire que ni les réactions intérieures, ni les réactions extérieures, dans un circuit discontinu, ne troublent l'équivalence des actions chimiques intrapolaires et extrapolaires. »

CHIMIE. — *Sur les phosphates de thallium; par* **M. Lamy.**
(Extrait par l'auteur.)

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en décembre 1862 (1), j'avais dit que le thallium formait avec l'acide phosphorique un phosphate soluble, et que cette propriété s'ajoutait, pour les fortifier, à toutes les raisons qui m'avaient conduit à placer le nouveau métal plus près du potassium que du plomb. M. Crookes, qui a répété une partie de mes expériences (2), a contesté l'exactitude de ce fait, en prétendant que le phosphate de tallium était très-peu soluble, trois fois moins environ, à 100 degrés, que le protochlorure, et a tiré de son observation une conséquence directement opposée à la mienne.

» Bien que je fusse certain d'avoir obtenu un phosphate de thallium très-soluble, j'ai cru néanmoins devoir reprendre l'étude de ce composé, en variant les conditions de sa préparation, et les recherches auxquelles je me suis livré ont non-seulement confirmé mes premières indications, mais m'ont conduit à des résultats nouveaux, que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans le Mémoire.

» Le thallium peut former avec l'acide phosphorique, non pas un, mais

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVII, 3e série.
(2) *On thallium* (*Journal of the Chemical Society*, vol. II, 2e série, 1864).

plusieurs phosphates, la plupart très-solubles, et pour le moins aussi variés dans leur composition et leurs propriétés que les composés correspondants des métaux alcalins.

» J'ai en effet obtenu :

Un phosphate neutre.	$PhO^5, 2TlO, HO + HO$
Un phosphate acide	$PhO^5, TlO, 2HO$
Un phosphate basique	$PhO^5, 3TlO$
Un pyrophosphate neutre . . .	$PhO^5, 2TlO$
Un pyrophosphate acide. . . .	PhO^5, TlO, HO
Enfin un métaphosphate. . . .	PhO^5, TlO.

» Voici les caractères essentiels de ces sels et leur mode de préparation.

» Tous sont blancs, presque tous solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool. Ils se distinguent des phosphates des métaux alcalins, d'abord parce qu'ils sont précipités en blanc par l'acide chlorhydrique, et aussi, chose remarquable, par l'acide azotique, pourvu que leurs solutions ne soient ni chaudes ni trop étendues. En outre, les phosphates et les pyrophosphates de thallium donnent un précipité blanc de phosphate tribasique par les alcalis, tandis qu'ils ne précipitent pas par les carbonates alcalins, ni même par les alcalis en présence de ces carbonates.

» *Le phosphate de thallium neutre* s'obtient en saturant, à la température de l'ébullition, de l'acide phosphorique ordinaire par le carbonate de thallium. Il est tellement soluble dans l'eau, que sa dissolution peut être amenée à l'état de consistance sirupeuse avant de cristalliser. Sa réaction est alcaline. Sous l'influence de la chaleur, il perd toute son eau et se transforme en une masse vitreuse, transparente, de *pyrophosphate neutre* de thallium.

» Le même phosphate peut se produire sans eau de cristallisation; mais alors il offre cette particularité curieuse, comme le protoxyde deshydraté, d'avoir perdu en grande partie sa solubilité.

» En ajoutant au sel précédent de l'acide phosphorique, jusqu'à ce que la réaction soit franchement acide, on obtient le *phosphate acide de thallium*, très-soluble, et cristallisant en belles lames d'un éclat nacré. Ce sel peut perdre, sous l'influence de la chaleur, 1 ou 2 des équivalents d'eau qu'il renferme, et produire, soit du pyrophosphate acide, soit du métaphosphate de thallium.

» Le *phosphate basique* se prépare simplement en versant un alcali, de l'ammoniaque par exemple, dans l'un des deux phosphates précédents. Ce

sel est très-peu soluble dans l'eau, ne fond qu'à une température voisine du rouge et donne, par le refroidissement, une masse cristalline blanche, dont la densité est représentée par 6,8 à 10 degrés.

» L'existence de ce sel insoluble montre que le thallium, au milieu des nombreuses propriétés qui le rapprochent des métaux alcalins, conserve toujours quelque caractère commun avec les métaux lourds.

» Le *pyrophosphate neutre de thallium*, préparé comme nous l'avons dit plus haut, est soluble et cristallise sous la forme de magnifiques prismes obliques transparents.

» Le *pyrophosphate acide* résulte de l'action convenablement ménagée de la chaleur sur le phosphate acide. Il est plus soluble que le précédent.

» Enfin, si l'on calcine le phosphate acide de thallium, ou le phosphate ammoniaco-thallique provenant de l'action de l'ammoniaque sur l'un des phosphates précédents, on obtient le *métaphosphate de thallium*, très-peu soluble dans le premier cas, très-soluble dans le second.

» Pour compléter l'analogie du thallium avec les métaux alcalins, sous le rapport des composés oxygénés qu'il forme avec les corps de la famille du phosphore, je puis ajouter qu'il existe des arséniates de thallium solubles, offrant les caractères des phosphates correspondants.

» Je termine mon Mémoire par des considérations relatives à la classification du thallium, que je demande à l'Académie la permission de résumer ici.

» Dès l'origine de mes recherches, j'ai cru pouvoir assigner au nouvel élément une place à côté des métaux alcalins, et M. Dumas, dans son Rapport sur mes travaux, a prêté à cette classification l'appui de sa haute autorité. En Angleterre, quelques savants, M. Crookes en première ligne, ont préféré au contraire rapprocher le thallium des métaux lourds, comme le plomb (1). Les principaux faits cités par ce chimiste en faveur de son opinion, sont : l'insolubilité de quelques composés, tels que le peroxyde, le protochlorure, l'iodure, le sulfure, le phosphate de thallium; la facilité avec laquelle le protoxyde se déshydrate et perd en grande partie sa solubilité; le haut poids atomique du métal; la prompte réduction de ses sels par le zinc, et en général la plupart de ses propriétés physiques.

» Cette opinion me paraît, aujourd'hui moins que jamais, pouvoir être sérieusement soutenue.

» Et d'abord, s'il est vrai que le bromure, l'iodure et le protochlorure de

(1) On thallium (*Journal of the Chemical Society*, 2e série, vol. II; 1864).

thallium soient presque insolubles, par contre ce métal forme des chlorures supérieurs solubles, un fluorure simple et un fluorure double avec le silicium également solubles. La prétendue insolubilité du phosphate, que M. Crookes a invoquée pour les besoins de sa cause, lui est tout à fait contraire, parce que rien n'est plus caractéristique que l'analogie des nombreux phosphates solubles de thallium avec les composés correspondants des métaux alcalins.

» Quant aux propriétés physiques, elles ont une importance secondaire dans la classification. D'ailleurs, il en est qui sont autant en faveur de l'alcalinité du thallium que de sa ressemblance avec le plomb.

» Mais ce qui est bien autrement important pour classer un corps, c'est l'ensemble de ses propriétés chimiques les plus essentielles, les plus nombreuses, et l'isomorphisme. A ce point de vue, l'insolubilité de quelques composés et les propriétés physiques invoquées plus haut ne sauraient être mises en balance avec les arguments suivants.

» L'hydrate de protoxyde de thallium est très-soluble dans l'eau, fortement alcalin et caustique, comme la potasse; son carbonate est également soluble et alcalin à la façon du carbonate de potasse; il existe, ainsi que je l'ai établi dans ce Mémoire, des phosphates et des arséniates de thallium non moins variés dans leur composition et leurs propriétés que les composés analogues des métaux alcalins; le sulfate de thallium est soluble et possède la plupart des caractères du sulfate de potasse; de plus il est isomorphe avec lui; une analogie de propriétés et un isomorphisme plus absolus rapprochent les aluns de thallium et les aluns de potassium; l'isomorphisme se poursuit dans les sulfates doubles de la série magnésienne, dans les paratartrates et les bitartrates. Le thallium forme, comme les métaux alcalins, des sels doubles, dont le nombre s'accroît chaque jour à mesure que l'on étudie davantage ce curieux métal. Il n'engendre ni sous-nitrate ni sous-acétate, mais son acétate distillé avec de l'acide arsénieux produit du cacodyle, comme l'acétate de potasse. Enfin le thallium jouit, avec les métaux alcalins, à l'exclusion de tous les autres métaux, de la propriété caractéristique de former les composés que j'ai appelés alcools thalliques.

» Je laisse de côté d'autres propriétés d'une importance moindre, telles que la rapide altération à l'air du nouvel élément, son association dans certaines eaux minérales avec les métaux alcalins, ses relations d'atomicité avec ceux-ci, l'insolubilité du chlorure double qu'il forme avec le platine, l'analogie observée entre ses sels organiques et les sels correspondants de potasse, etc., et, appuyé sur les considérations qui précèdent, je ne puis

que persister à maintenir le thallium au rang que je lui ai assigné primitivement dans la classification. »

GÉOLOGIE. — *Silex taillés du Grand-Pressigny; par* **M. Gabriel de Mortillet.**

M. de Mortillet, à l'occasion de la récente communication de M. E. Robert, maintient l'antiquité des pièces recueillies dans cette localité et qui figurent aujourd'hui dans un grand nombre de Musées.

M. le Président fait observer qu'il partage entièrement l'opinion de M. Robert sur la récente fabrication des prétendues haches de Pressigny-le-Grand, département d'Indre-et-Loire.

CHIMIE. — *Mode de réduction dans les liqueurs neutres; par* **M. Lorin.**

« Ce mode de réduction est une application de la propriété suivante :

» Un sel ammoniacal, à base simple ou composée, donne en général, en présence du zinc et de l'eau, un dégagement d'hydrogène qui se produit souvent à la température ordinaire, mieux vers 40 degrés et au-dessus.

» La propriété a été vérifiée sur une cinquantaine de sels d'ammoniaque ordinaire, de nature et de composition variables, et sur un nombre plus petit de sels de méthylamine, d'éthylamine, d'aniline et de naphtylamine. L'analogie des sels de ces bases avec les sels ammoniacaux porte à conclure à la généralité de la proposition.

» La quantité d'hydrogène produite paraît être fonction de l'équivalent de l'acide du sel. Pour exemple, 1 équivalent de sulfate d'ammoniaque, 63 grammes, a fourni au moins 1 équivalent d'hydrogène, plus de 12 litres.

» Parmi les métaux usuels, le fer est le seul qui se rapproche du zinc par son action, quoique moins intense, sur les sels ammoniacaux.

» Le concours du zinc et du fer, de l'ammoniaque et d'un sel ammoniacal, constitue les conditions les meilleures pour accélérer la production d'hydrogène. La rapidité du dégagement est presque comparable à celle qui a lieu avec l'acide sulfurique dilué : on peut alors obtenir 1 litre de gaz en quelques minutes; et, pour peu que l'on élève la température, la réaction devient tumultueuse.

» Ce nouveau caractère des sels ammoniacaux n'est pas absolu. Une exception, qui s'étend probablement aux sels analogues, se présente avec le

nitrate d'ammoniaque : en solution aqueuse assez étendue, ce sel donne du protoxyde d'azote, à une température voisine de 50 degrés.

» Les expériences ont été faites à l'École de Pharmacie, au laboratoire de M. Berthelot. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la production artificielle des anomalies de l'organisation; par* **M. Camille Dareste.**

« J'ai fait connaître à l'Académie, en octobre 1864, le premier exemple obtenu par moi, d'une anomalie que je puis produire à volonté, et par des procédés qui s'expliquent scientifiquement, de la manière la plus simple. J'avais constaté, en effet, que dans les couveuses artificielles, où l'œuf n'est échauffé que par un seul point, le défaut de coïncidence entre le point d'échauffement et le point où se développe l'embryon détermine une déformation de l'aire vasculaire qui perd sa forme circulaire pour revêtir une forme elliptique, tandis que l'embryon occupe une position excentrique, et pour ainsi dire un des foyers de l'ellipse.

» Mes nouvelles études sur cette question m'ont permis de compléter ces recherches par la constatation de faits nouveaux et d'une grande importance.

» Je me suis assuré d'abord que la déformation de l'aire vasculaire n'est point le fait primitif de l'anomalie que j'avais observée, et qu'elle est toujours précédée par une anomalie du blastoderme lui-même.

» Lorsque, sous l'influence de l'incubation, la cicatricule grossit pour se transformer en blastoderme, les deux moitiés de la cicatricule se développent très-inégalement, de telle sorte que l'aire transparente qui se forme au centre de la cicatricule ne tarde pas à occuper une position tout à fait excentrique. Le développement du blastoderme se produit principalement entre l'aire transparente et la source de chaleur, tandis que de l'autre côté de l'aire transparente il reste à peu près stationnaire. Ce fait, que j'ai constaté dans un très-grand nombre d'expériences, est évidemment le point de départ de la déformation de l'aire vasculaire, car le feuillet vasculaire, en se développant entre ce feuillet muqueux et le feuillet séreux qui sont les feuillets primitifs du blastoderme, prend dès le début une forme elliptique, tout à fait comparable à celle du blastoderme lui-même.

» La température rigoureuse des mois de février et de mars derniers, qui m'a souvent arrêté dans mes expériences, m'a permis d'ailleurs de constater un fait intéressant : c'est que, dans ces appareils d'incubation, la

source de chaleur pouvait être suffisante pour déterminer le développement du blastoderme, tout en laissant plus ou moins complétement l'aire transparente en dehors de la sphère d'activité. Il en résultait que l'embryon ne s'était point développé, bien que le blastoderme eût recouvert la surface presque entière du jaune. J'ai même eu occasion de constater un cas très-remarquable, où, malgré l'absence complète de l'embryon, le feuillet vasculaire s'était formé, avait pris une forme elliptique et s'était rempli de sang rouge.

» La connaissance exacte de la cause qui détermine ces déformations du blastoderme et de l'aire vasculaire m'a donné la possibilité de déterminer à volonté, et d'une manière à peu près certaine, la position de l'embryon dans l'aire vasculaire.

» Pour comprendre comment on peut obtenir un pareil résultat, il est nécessaire d'établir la position que l'embryon, à son début, occupe par rapport aux autres parties de l'œuf.

» Lorsqu'un œuf est placé dans une position horizontale, l'embryon, en se développant sur l'aire transparente du blastoderme, y occupe le plus ordinairement une position telle, que la direction du grand axe de son corps, indiquée par la ligne primitive, est perpendiculaire à celle du grand axe de l'œuf. De plus, si l'on place un œuf devant soi, de telle sorte que le gros bout soit tourné du côté de l'observateur, la partie qui deviendra la tête de l'embryon occupe toujours le côté gauche.

» La connaissance de cette orientation primitive de l'embryon, dans l'intérieur de l'œuf, m'a permis de produire à volonté quatre modifications de l'aire vasculaire elliptique, en déterminant quatre positions différentes de l'embryon, dans l'aire vasculaire ainsi déformée.

» En effet, les positions excentriques de l'embryon peuvent se rattacher à quatre conditions principales. Le grand axe de l'embryon peut être perpendiculaire au grand axe de l'aire vasculaire, ou parallèle à ce grand axe, et chacune de ces deux positions se dédouble en deux autres. En effet, dans le premier cas, l'axe de l'embryon partage l'ellipse en deux segments inégaux, dont le plus grand occupe tantôt la droite et tantôt la gauche de l'embryon. Dans le second cas, où l'axe de l'embryon est parallèle au grand axe de l'ellipse, le grand segment de l'ellipse peut être en rapport, tantôt avec la région caudale, et tantôt avec la région céphalique de l'embryon.

» On conçoit du reste que toutes ces positions peuvent passer de l'une à l'autre par une infinité de positions intermédiaires, et qui toutes pourraient être obtenues à volonté, avec une exactitude plus ou moins grande. Mais la

description de toutes ces formes intermédiaires ne présenterait aucun intérêt.

» Rien n'est plus facile que d'obtenir les quatre formes principales; car pour obtenir la perpendicularité de l'axe de l'embryon sur le grand axe de l'ellipse, il suffit de placer l'œuf dans une position telle, que l'axe de l'embryon soit parallèle à l'axe des tuyaux de circulation d'eau chaude de la couveuse.

» On y parvient en plaçant les œufs dans une position telle, que leur grand axe soit perpendiculaire à l'axe des tuyaux, position qui, au moins pendant l'hiver, ne peut être obtenue qu'en donnant aux œufs une certaine obliquité par rapport à la source de chaleur. Dans cette position oblique, l'œuf a nécessairement son petit bout ou son gros bout plus élevé que l'autre. Le premier cas détermine le développement du segment de l'aire vasculaire qui occupe la gauche de l'embryon; le second cas détermine le développement du segment de l'aire vasculaire qui occupe la droite de l'embryon.

» Pour obtenir le parallélisme de l'axe de l'embryon avec le grand axe de l'ellipse, il suffit au contraire de placer l'œuf dans une position telle, que l'axe de l'embryon soit perpendiculaire à l'axe des tuyaux de circulation. On y parvient en plaçant les œufs dans une position telle, que leur grand axe soit parallèle à l'axe des tuyaux. Dans ce cas, si l'embryon est en rapport avec la source de chaleur par la région céphalique, l'aire vasculaire se développe surtout au-dessus de la tête. Si au contraire l'embryon est en rapport avec la source de chaleur par la région caudale, l'aire vasculaire se développe surtout au-dessus de la région caudale de l'embryon.

» Du reste, la position de l'embryon dans l'œuf, telle que je viens de l'indiquer, est très-générale, mais n'est pas constante. C'est ce qui explique comment, dans un certain nombre de cas, les expériences ne donnent pas toujours le résultat que l'on a prévu. Mais ces exceptions dans les résultats obtenus ne peuvent évidemment contredire la règle, puisqu'elles proviennent toujours d'une condition primitive qui est elle-même exceptionnelle.

» Ces différentes dispositions de l'aire vasculaire peuvent être elles-mêmes en rapport avec certaines anomalies de l'embryon. C'est un fait que j'étudierai dans des communications ultérieures. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvel hygromètre de* MM. **Engard** *et* **Philippon**, présenté par M. Babinet.

» Cet hygromètre est formé par une lame d'ivoire enlevée perpendiculairement à l'axe de la dent et découpée ensuite en spirale. Les constructeurs ne paraissent pas avoir comparé leur instrument aux autres hygromètres et à l'effet de l'humidité de l'air saturé. L'instrument est très-sensible, quoique d'une masse assez grande et que l'on pourrait facilement diminuer. Le trait caractéristique de ce nouvel hygromètre, c'est que la spirale d'ivoire se dilate et se contracte circulairement. L'instrument est d'ailleurs susceptible d'être étudié pour des déterminations précises. Il se dérange difficilement en voyage. »

CHIRURGIE. — *Expériences de mécanique obstétricale; par* M. le Dr X. **Delore**.

« M. Delore a cherché à résoudre par l'expérience les questions d'obstétrique suivantes : Quelle est la résistance du bassin? Quelle est la résistance de la tête du fœtus aux tractions exercées par le forceps et aux pressions faites entre les mors de cet instrument? Quelle est la pression transmise à la tête par une traction connue? Quelle force de traction est nécessaire pour obtenir une certaine réduction entre l'angle sacro-vertébral et le pubis? Si la version est supérieure au forceps, quelle en est la cause? Quelles doivent être la force et la direction de la traction? S'il vaut mieux la faire uniforme, ou lui imprimer de légers mouvements de latéralité?

» Voici les principaux résultats : le bassin résiste à des efforts de 200 kilogrammes; la tête à des pressions de 100 kilogrammes quand elles sont faites sur une large surface, et, dans le cas contraire, seulement à 40 kilogrammes. Une forte pression faite par le forceps, suivant le diamètre occipito-frontal, empêche la réduction du diamètre bi-pariétal d'autant plus énergiquement que la traction est plus considérable. La traction ne doit pas dépasser 80 kilogrammes. Celle qui ne se fait point dans l'axe amène une déperdition de force de 15 à 40 kilogrammes pour des tractions de 50 à 100 kilogrammes. De légers mouvements de latéralité imprimés au forceps suffisent pour abaisser la traction de 10 à 70 kilogrammes. »

M. **Carrère** adresse une Note sur la réduction de l'équation du second degré à trois variables.

M. Hughes Reed adresse un Mémoire écrit en anglais sur le traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

La Commission municipale de Saint-Malo, chargée d'organiser l'érection d'une statue à Chateaubriand, demande le concours de l'Académie.

Une liste de souscription, sur laquelle MM. les Membres pourront s'incrire, sera déposée au Secrétariat.

Le Comité organisateur du Congrès scientifique italien, qui doit cette année se réunir à Naples, annonce que l'ouverture du Congrès, fixée d'abord au 7 mai, est remise au 24 septembre.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. Brongniart présente, au nom de la Section de Botanique, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant actuellement vacante par suite du décès de *M. Treviranus :*

Au premier rang. . . .	M. Hofmeister, à Heidelberg.
Au deuxième rang et par ordre alphabétique. . .	M. de Bary, à Fribourg-en-Brisgau. M. Gray (Asa), à Cambridge (Massachusetts). M. Hooker (Joseph Dalton), à Kew, près Londres. M. Parlatore, à Florence. M. Pringsheim, à Iéna.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Complément des ouvrages présentés dans la séance du 3 avril 1865.

Fragments d'une Flore de la Nouvelle-Calédonie, ou Observations sur diverses plantes nouvelles ou peu connues de cette contrée; par MM. Ad. BRONGNIART et A. GRIS. Paris, 1864; in-8°.

Sur la constitution intérieure des corps; par M. VALÉRIUS. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XIX, n° 1.) Bruxelles; in-8°.

Marche du cavalier du jeu des échecs parcourant les soixante-quatre cases de l'échiquier; par M. MERCKLEIN. Douai, 1864; br. in-8°.

Études hygiéniques et médicales sur le tabac; par M. JOLLY. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale de Médecine*, t. XXX, p. 423.) Paris, 1865; br. in-8°.

Mémoire sur la leucémie; par M. FELTZ. Strasbourg, 1865; br. in-8°.

Maladie des tailleurs de pierre. Pathogénie et anatomie pathologique; par le même. Strasbourg, 1865; br. in-8°.

Tables sans fin donnant les résultats de la multiplication, de la division et de l'extraction des racines carrées et cubiques de tous les nombres imaginables; par Ch. D'AIGUIÈRES. Paris, 1859; in-4°. (Adressé comme pièce de concours pour le prix biennal.)

Venise et son climat; par Édouard CAZENAVE. Paris, 1865; in-8°.

On the quadric... *Sur un mode de transformation des figures planes; par* M. T.-A. HIRST. (Extrait des *Proceedings of the Royal Society*, mars 1865.) Br. in-8°. (Présenté, au nom de l'auteur, par M. Chasles.)

L'Académie a reçu dans la séance du 10 avril 1865 les ouvrages dont voici les titres :

Rapport au Conseil de santé des armées sur les résultats du service médico-chirurgical aux ambulances de Crimée et aux hôpitaux militaires français en Turquie pendant la campagne d'Orient en 1854-1855-1856; *par* J.-C. CHENU. Paris, 1865; vol. in-4°.

Des phénomènes cadavériques au point de vue de la physiologie et de la médecine légale; par le Dr LARCHER. (Extrait des *Archives générales de Médecine*, juin 1862.) Paris, 1862; br. in-8°.

Recherches sur la composition chimique des aciers; par M. H. CARON. Bruxelles, 1865; in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1863-1864. Rouen, 1864; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e, 3e et 4e trimestre de 1864. Le Mans, 1864; in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1863; n° 22. Lille, 1864; in-8°.

Observations météorologiques faites à Lille pendant l'année 1862-63; *par* Victor MEUREIN. Lille, 1864; br. in-8°.

De la contagion dans les maladies; par M. le Dr STANSKI. Paris, 1865; in-8°.

Essai d'une théorie nouvelle de la musique; par M. MUGNIER. Paris, 1865; in-8°.

Technologie du velours de coton fabriqué à Amiens, soit à bras, soit mécaniquement, et coupé sur table; par Ed. GAND. Amiens et Paris, 1864; in-8°.

L'épilepsie et la rage chez l'homme et chez les animaux; par A.-E. LAVILLE DE LA PLAIGNE. Bayonne, 1864; in-8°.

L'appareil épisternal des oiseaux décrit par P. HARTING (publié par la Société des Arts et Sciences d'Utrecht). Utrecht, 1864; in-4°.

The Journal... *Journal de la Société Royale de Dublin;* octobre 1864 à janvier 1865. Dublin, 1865; in-8°.

The Canadian Naturalist and Geologist; vol. I, nos 4, 5 et 6; août, octobre et décembre 1864. Montréal; 3 livraisons in-8°.